

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

Bc. KLÁRA KUČAŘOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Textil
Studijní obor: Produktový management - textil

MONITOROVÁNÍ VLASTNOSTÍ OVLIVŇUJÍCÍCH FYZIOLOGICKÝ KOMFORT U FUNKČNÍCH ODĚVŮ

MONITORING OF PHYSIOLOGICAL PROPERTIES AFFECTING THE FUNCTIONAL COMFORT OF GARMENTS

Bc. Klára Kuchařová

KHT-124

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu 116

Počet obrázků 60 (z toho 34 grafů)

Počet tabulek 31

Počet stran příloh 14

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára Kuchařová**
Osobní číslo: **T10000116**
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**
Studijní obor: **Produktový management - Textil**
Název tématu: **Monitorování vlastností ovlivňujících fyziologický komfort u funkčních oděvů**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Zpracujte rešerši o nových smart materiálech pro sportovní oblečení.
- 2) Zhodnoťte vlastnosti ovlivňující fyziologický komfort u vybraného souboru triček (1. vrstvy oděvu).
- 3) Laboratorně otestujte fyziologické vlastnosti triček při definované zátěži.
- 4) Vyhodnoťte měření a proveďte shrnutí výsledků.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- 1) HAVELKA.A.-KŮS.Z.:Moisture transfer properties of smart -barrier textiles.The 20th Scientific Conference Hanoi University of Technology.Hanoi 2006
- 2) HAVELKA.A.: -KŮS.Z: The physiological properties of smart textile and moisture transport through clothing fabrics. In : The 6th International Thermal Manekin and Modeling Meeting (613M). The Hong Kong Polytechnic University .Hong Kong 2006. IBSN: 962-367-534-8
- 3) HAVELKA.A.:Transport properties of smart textiles.In.: The 13th international conference Strutex. Faculty of Textile Engineering Technical University of Liberec 2006. IBSN 80-7372-135-X 4) Mattila, R. H.: Intelligent textiles and clothing, Woodhead Publishing Ltd, Great Abington, Cambridge CB21 6AH, England, ISBN - 13: 978-1-84569-005-2
- 5) Šesták, J.; Rieger, F.: Přenos hybnosti, tepla a hmoty, ČVUT, Praha, 2005
- 6) Song, G.: Improving comfort in clothing, Woodhead Publishing Limited, Sawston, Cambridge CB22 3HJ, United Kingdom, ISBN 978-1-84569-539-2 Hes, L., Williams, J.: Laboratory measurement of thermophysiological comfort, Technical University of Liberec, Czech Republic and De Montfort University, UK, Woodhead Publishing Limited, Sawston, Cambridge CB22 3HJ, United Kingdom, ISBN 978-1-84569-539-2

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

Katedra oděvnictví

Konzultant diplomové práce:

Ing. Ladislav Nagy


Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce:

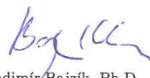
31. října 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

9. května 2012


prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.
děkan




Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2011

P R O H L Á Š E N Í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne 3. května 2012

.....

Bc. Klára Kuchařová

PODĚKOVÁNÍ

Své poděkování bych ráda věnovala svému příteli a rodině za finanční a duševní podporu, dále doktorandům Katedry oděvnictví, TUL za asistenci při měření a Mgr. Janu Charouskovi za ochotu vykonávat fyzickou aktivitu v náročných podmínkách. Poděkování patří také Doc. PhDr. Soně Jandové, Ph. D. za odborné rady týkající se zátěže a vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Antonínovi Havelkovi, CSc. za odborný dozor.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá měřením vybraných fyziologických vlastností první vrstvy oděvu za reálné fyzické zátěže, která proběhla v laboratoři Katedry oděvnictví, Fakulty textilní, Technické univerzity v Liberci. Pro srovnání byl experiment uskutečněn i ve venkovním prostředí. Zátěž i okolní podmínky byly předem definovány. Pro experiment byla vybrána trika různého materiálového složení běžně používaná pro sportovní aktivity. K zaznamenávání dat byla využita aplikace HUMITEM.

Klíčová slova: fyziologické vlastnosti, komfort, mikroklima, Humitem, první vrstva oděvu, odvod vlhkosti a tepla

ANNOTATION

This thesis deals with the measurement of selected physiological characteristics of the first garment layer by real physical exercise, which took place in the laboratory of the Department of the Faculty of Textile Apparel Technical University in Liberec. For comparison, the experiment was carried out also in an outdoor environment. Load and environmental conditions have been previously defined. For the experiment, T-shirts of different material composition were chosen commonly for sports activities. Application HUMITEM was used for the data recording.

Keywords: physiology, comfort, microclimate, Humitem, first garment layer, moisture and heat

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	10
ÚVOD.....	11
1. SMART MATERIÁLY PRO SPORTOVNÍ OBLEČENÍ	13
1.1. Rozdělení Smart textilií	14
1.1.1. Teplo absorbující textilie (Phase – change materials) PCM.....	14
1.1.2. Materiály s tvarovou pamětí (Shape memory materials).....	15
1.1.3. Materiál měnící barvu (chromic materials).....	16
1.1.4. Auxetické materiály	16
1.2. Ostatní smart materiály	17
1.2.1. Holofiber	17
1.2.2. Stomatex.....	17
1.2.3. d3o (dee-three-oh)	18
2. KOMFORT A VÝBĚR SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ	19
2.1. Rozdělení komfortu	20
2.1.1. (Termo)fyzilogický komfort	20
2.1.1.1. Hodnocení termofyzilogického komfortu.....	21
2.1.1.2. Faktory ovlivňující termofyzilogický komfort.....	21
2.1.1.2.1. Vlhkost vzduchu	21
2.1.1.2.2. Vlhkost vzduchu pod oděvem.....	22
2.1.1.2.3. Vlhkost pokožky	22
2.1.1.2.4. Teplota vzduchu.....	23
2.1.1.2.5. Teplota vzduchu pod oděvem.....	24
2.1.1.2.6. Teplota pokožky	24
2.1.1.2.7. Obsah oxidu uhličitého pod oděvem.....	25
2.1.1.2.8. Pohyb vzduchu.....	25
2.1.2. Senzorický komfort.....	26
2.1.3. Psychologický komfort	27
3. FYZIOLOGIE ODÍVÁNÍ	28
3.1. Organismus – oděv - prostředí	28
3.2. Fyzilogie a tělesné teploty	28
3.3. Role částí těla v regulaci tělesné teploty	29
3.4. Metabolismus.....	31
3.4.1. Bazální metabolická úroveň	32
3.4.2. Faktory ovlivňující úroveň metabolismu.....	33

3.5.	Přenos tepla.....	33
3.5.1.	Přenos tepla radiací (sáláním).....	34
3.5.2.	Přenos tepla konvekci (prouděním).....	35
3.5.3.	Přenos tepla kondukcí (vedením).....	36
3.5.4.	Přenos tepla evaporací (odpařováním)	36
3.5.5.	Přenos tepla respirací (dýcháním).....	37
3.6.	Transport vlhkosti z povrchu lidského organismu	37
3.6.1.	Kapilární odvod potu	38
3.6.2.	Migrační způsob odvodu potu	38
3.6.3.	Difúzní odvod vlhkosti	38
3.6.4.	Sorpční odvod vlhkosti	38
3.7.	Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů	39
3.7.1.	Navlhavost	39
3.7.2.	Vzlínavost	40
3.7.3.	Nasáklivost.....	40
3.7.4.	Vysýchavost.....	40
3.7.5.	Smáčivost	40
3.7.6.	Propustnost vodních par	41
4.	PRINCIP TŘÍ VRSTEV – CIBULOVÉ OBLÉKÁNÍ	42
4.1.	První vrstva	43
4.2.	Druhá vrstva.....	44
4.3.	Třetí vrstva	45
5.	POUŽÍVANÉ VLÁKNA A JEJICH VLASTNOSTI	47
5.1.	Polypropylen	47
5.2.	Polyester	48
5.3.	Polyamid	49
5.4.	Viskóza	50
5.5.	Vlna Merino.....	51
5.6.	Bavlna	52
5.7.	Lyocelová vlákna.....	53
6.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	54
6.1.	Humitem	55
6.2.	Kalibrace	57
6.3.	Stanovení tepové frekvence	61
6.4.	Vyhodnocení dotazníků sledující smyslového vnímání oděvního komfortu ...	62
6.4.1.	První část experimentu provedená v klimatizované místnosti.....	63

6.4.1.1.	Celkové shrnutí první části experimentu provedené v klimatizované místnosti	89
6.4.2.	Druhá část experimentu provedená ve venkovním prostředí	92
6.4.2.1.	Celkové shrnutí druhé části experimentu provedené ve venkovním prostředí	121
7.	ZÁVĚR.....	124
8.	LITERATURA.....	127
9.	PŘÍLOHA	133

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

M	množství tepla produkované organismem	[W/m ²]
W	množství tepla přijaté z okolí	[W/m ²]
C _k	ztráta tepla vedením	[W/m ²]
R	ztráta tepla sáláním	[W/m ²]
E _{sk}	ztráta tepla odpařováním z povrchu pokožky	[W/m ²]
E _{res}	vypařování tepelné ztráty v důsledku dýchání	[W/m ²]
α	součinitel přestupu tepla prouděním	[W/m ² .K]
S	plocha, kde dochází k odvodu tepla	[m ²]
h	tloušťka textilní vrstvy	[mm]
Δt	rozdíl teplot	[K]
P _k	parciální tlak vodních par kůže	[Pa]
P _o	parciální tlak vodních par okolí	[Pa]
met	míra metabolismu	[kcal/m ² .hod]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
u _k	teplota pokožky	[°C]
u _l	teplota venkovní vrstvy oděvu	[°C]

ÚVOD

Lidé čím dál častěji volí sport jako formu odpočinku, relaxace a načerpání nové potřebné energie. Požadavky na kvalitní a funkční materiály proto výrazně rostou a stávají se každodenní součástí života. Dobře padnoucí oblečení, které nikde neškrtí, je příjemné na omak, odvádí přebytečný pot a je nenáročné na údržbu, je dnes už samozřejmostí.

Ať už se věnujeme jakémukoli sportu, systém oblékání zůstává stejný. Zohlednit se musí klimatické podmínky, podle kterých je následně volen materiál. Firmy zabývající se výrobou funkčního oblečení proto mají různé řady prvních vrstev prádla s odlišnými vlastnostmi, zohledňující jak klimatické podmínky, tak i výkon, který bude prováděn.

V teplejších podmínkách lze zvolit takové prádlo, které má chladivý účinek, vyrobené například z polyesterového vlákna, které může být směsováno s elastanem. Materiál dobře odvádí vlhkost a tak udržuje pokožku v suchu.

V chladném počasí se opět používají pleteniny z polyesteru, který se může směšovat s polyamidem a malým množstvím elastanu. Často se používají 3D pleteniny z dutých vláken a zároveň je prádlo řešeno zónově. Jednotlivé zóny mají odlišnou gramáž a strukturu materiálu. Požadavkem na tuto pleteninu je, aby měla dobré izolační vlastnosti, udržela tělo v suchu a teple, ale zároveň nedošlo k jeho přehřátí.

Někdy se do spodního prádla přidávají ionty stříbra, které zajišťují ochranu před mikroorganismy a zároveň eliminují tělesný pach.

Cílem diplomové práce je otestovat fyziologické vlastnosti první vrstvy oděvu při definované zátěži. Následně subjektivně ohodnotit trika, co se týče navlhavosti, přilnavosti, lepkavosti, vlhkosti, pichlavosti, šustivosti, padnutí oděvu a tepelných pocitů. Dále vyhodnotit výsledky a stanovit, který z materiálů je pro první vrstvu nejvhodnější.

Pro experiment bylo vybráno šest typů první vrstvy. Jedná se o triko ze 100% polyesteru od firmy Adidas, 100% polypropylen značky Propy Bac. Dále bylo odzkoušeno triko ze 100% vlny Merino značky Devold a smyčkový úplet, který obsahoval 55 % polypropylenu, 27 % bavlny a 18 % lyocelu. Páté triko v pořadí od české firmy Jitex obsahovalo 80 % bavlny a 20 % polyamidu a je používáno vojáky. Pro srovnání bylo testu podrobena i triko ze 100% bavlny.

Jmenovaná trika byla testována za reálné fyzické zátěže (běh a jízda na kole) po dobu čtyřicetipěti minut. Triko z vlny, polypropylenu, polyesteru a směsi bavlny a polyamidu byla testována v klimatizované místnosti na stacionárním kole na Katedře oděvnictví, Technické univerzity v Liberci. Jedinec po celou dobu udržoval danou tepovou frekvenci v rozmezí od 135 do 145 tepů za minutu. Pro testování ve venkovním prostředí, byl zvolen jako fyzická zátěž běh, přičemž proband udržoval tepovou frekvenci v rozmezí od 140 do 160 tepů za minutu. V tomto případě druhá i třetí vrstva oblečení zůstávala stále stejná. Materiálové složení druhé vrstvy bylo z 80 % polyester a z 20 % elastan. Svrchní bunda GUIDE od firmy Direct Alpine byla tvořena 3vrstevným laminátem - strečový rip-stop polyamid, polyuretanová membrána (20 000 mm H₂O/) a 100% polyester s úpravou Kudos XR. Experiment uskutečněný ve venkovním prostředí byl proveden na harcovském stadionu, kde je volné prostranství bez rušivých elementů zapříčiňujících rušení signálů.

K zaznamenávání dat byla využita aplikace HUMITEM, která byla vyvinuta na TUL v Liberci ve Výzkumném centru. Data jsou přijímány přes DECT modul (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) a prostřednictvím USB jsou přehrávána do notebooku, kde se zobrazují v grafech. Modul umožňuje komunikaci na vzdálenost půl kilometru v 1,9 GHz radiovém kmitočtu. Výsledky byly vyhodnoceny v MS Office.

Senzory byly kalibrovány v klimatické komoře Vötsch společně s přístrojem Almemo 2290 – 4, na který byl připojen senzor FH A 646 – 1., který relativní vlhkost měří od 5 do 98% s přesností 2%. Teplotu vzduchu snímá od -20 do +80 °C. Pro srovnání s přístrojem Humitem byly po celou dobu monitorovány venkovní teplotní a vlhkostní podmínky přístrojem Almemo 2290 – 4, ke kterému bylo jmenované čidlo připojeno čidlo.

1. SMART MATERIÁLY PRO SPORTOVNÍ OBLEČENÍ

Textilní materiály různých tvarů a forem jsou používány v široké řadě aplikací ve sportovním oblečení a sportovním zařízení. Tzv. „smart textile“ mají v oblasti sportovního oblečení velký tržní potenciál. Pro jejich označení je používáno několik termínů, jako např. chytré, inteligentní nebo interaktivní, ale rozdíl mezi nimi není přesně definován. Společné pro tyto produkty je smysl a reakce na prostředí a podněty, jako jsou mechanické, termální, chemické, elektrické, magnetické a jiné síly. V podstatě to může být dosaženo dvěma způsoby: buď použitím chytrých textilií nebo konstrukcí, nebo integrací senzorů a elektroniky do textilních produktů. Tyto materiály snadno komunikují s podmínkami prostředí, přičemž dochází ke změnám vlastního materiálu.

Využití těchto produktů ze smart textilií je v oblečení, interiérech a technických textiliích. V oděvním oboru to jsou:

- ❖ ochranné oblečení pro vysoce rizikové práce, kde lze snížit stres a vnější rizikové faktory a/nebo může být monitorována vitalita člověka
- ❖ zdravotní sektor (například na pacientově oblečení jsou integrované senzory, které ukazují stav pacienta a dávají varovné signály, je-li to kritické)
- ❖ sportovní oblečení, kde řešení chytrých textilií mohou pomoci k prevenci před zraněním a zvýšit výkon

Jako chytré tkaniny a interaktivní řešení textilií se označují produkty, které umožní nebo vylepší některou z těchto interakcí s okolím nebo uživateli:

- ❖ Vedení, přenos nebo distribuce elektrického proudu, světelné energie, tepelné energie nebo molekulární nebo partikulární hmoty skrz materiál nebo přes membránu.
- ❖ Buď pomocí externího signálu na příkaz uživatele, na základě vnitřního podnětu, nebo životního prostředí, se projeví některé fyzikální vlastnosti materiálu.
- ❖ Zajišťuje stínění a ochranu před elektromagnetickými a/nebo radiofrekvenčním zářením.
- ❖ Poskytuje ochranu před nebezpečím biologické, chemické nebo jiné hrozby.
- ❖ Začleněním snímače a/nebo pohonu prvků, může vykonávat biofyzikální funkce. [1]

1.1. Rozdělení Smart textilií

Smart textilie jsou citlivé na vnější podněty a v závislosti na změnách těchto podnětů reagují změnou tvaru nebo barvy. Podle způsobu reakce se smart textilie dělí na:

- ❖ Pasivní, které jsou citlivé na vnější podněty a reagují pouze nevratně.
- ❖ Aktivní, které identifikují změnu vnějších podnětů a reagují na ně vratnou změnou. Patří sem:
 - teplo absorbující textilie (PCM)
 - textilie s tvarovou pamětí (SMM)
 - textilie měnící barvu
 - textilie s proměnnou prodyšností a propustností pro vodní páry
 - textilie se schopností stabilizovat teplotu

1.1.1. Teplo absorbující textilie (Phase – change materials) PCM

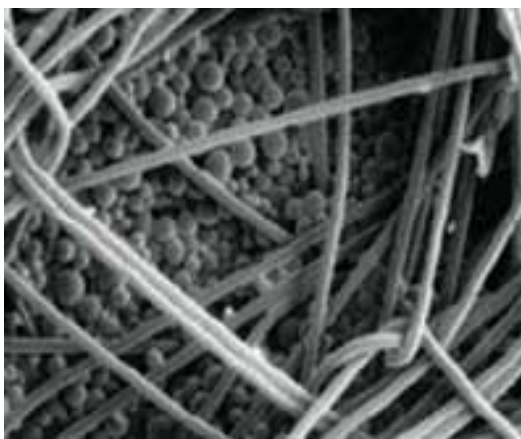
Specifické pro teplo absorbující textilie je schopnost absorpce latentního tepla na bázi změny skupenství. Mění se mezi pevným a kapalným stavem (tání/tuhnutí) v teplotním rozsahu, ve kterém je materiál používán. Změna z pevného skupenství na kapalnou (tání) zahrnuje absorpci tepla a stejně tak při změně z tekutého stavu na pevnou látku (krystalizace/tuhnutí) je teplo uvolňováno.

Pro odívání jsou efektivní teplota tání, tedy absorpce tepla, v rozmezí 20-40°C a teplota krystalizace, tedy uvolňování tepla, v rozmezí 30-10°C. PCM jsou v současné době používány v textilních strukturách a ve většině případů jde o různé typy parafínů. Teploty tání a krystalizace závisí na délce řetězce lineárního uhlovodíkového parafinu.

Žádaný efekt nastává v situacích, kdy jsou překročeny teploty tání a krystalizace, například když se člověk pohybuje často mezi teplým a chladným prostředím, při manipulaci se studenými předměty, nebo když se mění často fyzický stres mezi těžkou prací a odpočinkem. Absorpce a uvolnění tepla je opakovatelný jev, který se děje na pokožce bez nepříjemné nízké nebo vysoké teploty.

Začlenění PCM do textilních vláken a struktur se provádí pomocí zapouzdření parafínu v mikrokapsulích (10 – 50 mikrometrů), (obr. č. 1), aby se zabránilo úniku kapalné fáze. Mikrokapsle jsou pak začleněny buď vpředěním do vláken, v izolačních pěnách nebo v pastě nátěru, který je aplikován na povrch textilie. Parafínové PCM jsou při tání schopné absorbovat cca 200 kJ/kg a toto teplo při krystalizaci opět uvolnit. Jakožto textilní charakter struktury musí být zachována např. mechanická pevnost, omak, atd.

Jiným technickým řešením je použití sáčků v makrovelikosti naplněné PCM. Řešení CoolVest používá hydratovanou organickou sůl (sulfáty sodíku a přísady) s pozoruhodným chladícím efektem pro sportovce, silniční pracovníky, lékaře, pracovníky v hutích a jiné. [1]



Obrázek č. 1 Parafín v textili [2]

1.1.2. Materiály s tvarovou pamětí (Shape memory materials)

Materiály s tvarovou pamětí reagují na měnící se podmínky prostředí – obecně zvyšování a snižování teploty – změnou jejich trvalého geometrického tvaru. Jejich tvar je dočasně deformován a zafixován, přičemž oteplením produktu nad přechodové teploty dojde k obnově trvalého tvaru. V ideálním případě je takováto změna vratná. [1]

V současné době se jako materiály s tvarovou pamětí používají především slitiny niklu a titanu (NiTi), kde deformace související s efektem tvarové paměti je až 8%. Dále se používají slitiny na bázi mědi, kde deformace je 4-5%. Tyto slitiny jsou lacinější, dají se připravit na vzduchu (NiTi vyžaduje inertní atmosféru) a mají větší

rozmezí teplot transformace. Slitiny s tvarovou pamětí mají nízkou hustotu, dobrou tvářitelnost, nízkou cenu a variabilní teplotu skelného přechodu mezi -30 a $+70^{\circ}\text{C}$. [3]

Efekty s tvarovou pamětí mohou být také použité v některých typech funkčních textilií a oděvních produktech:

- ❖ variabilní tepelné izolace - SMM prvky mezi vložkou a vnější textilií
- ❖ variabilní membrány s vlhkostní propustností
- ❖ materiály s tlumením nárazů

1.1.3. Materiál měnící barvu (chromic materials)

Molekulární struktura těchto materiálů mění svou barvu v závislosti na různých externích stimulech (světlo, teplo, elektrický proud, tlak, vlhkost) a můžeme je rozdělit následovně:

- ❖ termochromní – v termochromních pigmentech je změna způsobená zvyšující se a snižující se teplotou, kromě módních efektů můžeme změny barvy využít jako indikátor teploty
- ❖ elektrochromní – reagují na změny elektrického proudu
- ❖ piezochromní – reagují na změny tlaku
- ❖ solvatochromní – reagují na změny kapalin
- ❖ fotochromní – ve fotochromních pigmentech se struktura mění, když je pigment vystaven slunečnímu světlu nebo ultrafialovému záření; fotochromní textilie jsou většinou používány na dekorální efekty v žakárových tkaninách, do výšivek nebo potisků
- ❖ karsolchromní – externí podnět je proud elektronů [1]

1.1.4. Auxetické materiály

Auxetické materiály, na rozdíl od běžných materiálů, se stanou po protažení v podélném směru silnější než tenčí. Poměr mezi příčným zkrácením a podélným prodloužením se nazývá Poissonův poměr. Pro většinu polymerních vláken je v rozmezí $0,2 - 0,4$. Auxetické materiály mají Poissonovo číslo záporné.

Auxetické materiály byly dříve používány například jako grafitová struktura v jaderných reaktorech. Polymerní a kovové auxetické pěny se spletinou buněčnou strukturou byly vyvinuty v roce 1980 a našly různé použití v obalech, zvukových izolacích, filtracích a tlumení nárazů. Díky novým výzkumům je nyní možná výroba auxetických polymerů se specifickými vlastnostmi. Vlákná z auxetického polypropylenu se produkují v Boltonském ústavu ve Velké Británii. V současné době je využití auxetických materiálů v textilu omezen na expandované PTFE membrány, kde se jejich vlastnosti dají skutečně využít. Nicméně jejich budoucnost je v oblečení pro osobní ochranu (absorpce energie a odolnost proti nárazům) a podpurné oděvy (konstantní tlaková struktura). Další využití auxetických vláken se očekává ve vláknech kompozitů (těžké zlomeniny, absorpce energie a odolnost proti nárazu), filtraci (uvolnění zachycených částic, mikroporézní struktura) a zdravotní bandáže (odolnost proti opotřebením konstantním tlakem) [1]

1.2. Ostatní smart materiály

1.2.1. Holofiber

Holofiber je nové, ne příliš dobře popsané vlákno, které bylo představeno na americkém trhu se sportovním oblečením. Materiál složený z polyesteru a jemně mletých minerálů a drahých kamenů má reagovat na energii v těle. Využívá ekologické energie, která umožňuje tělu využít běžně nevyužité zdroje a zlepšit životní fyziologické procesy. Zvýšení hladiny kyslíku v textiliích vede ke zlepšení metabolismu, zvýšení energie, stejně tak jako rychlejší zotavení po námaze. [1]

1.2.2. Stomatex

Stomatex je pěnový materiál tvořený systémem kopulovitých výparných komůrek, z nichž každá má ve středu nepatrný průduch. Při pocení stoupá vlhkost do těchto komor a odchází skrze průduchy ven. Pohyb těla způsobí čerpací účinek a zvyšuje se tak uvolňování tepla a vlhkosti. Stomatex je používán například ve sportovním podpurném oblečení. [1]

1.2.3. d3o (dee-three-oh)

Nový materiál pro různé typy ochrany proti úrazu byl představen pod značkou d3o. V normálním stavu kolem sebe molekuly proudí pomalým pohybem, ale když jsou vystaveny úderu, který by vyžadoval, aby se pohybovaly velmi rychle, okamžitě se spolu semknou a vytvoří pevnou ochrannou bariéru. Jakmile tlak odezní, odemknou se, aby zajišťovaly normální pružnost. Oděv tak nebrání pohybu těla jako konvenční neprůstřelné vesty, ale poskytne ochranu, když je to potřeba. Jsou popisovány dvě verze: třívrstvý d3o flex, kde je ochrana proti úderu umístěna mezi pružnou vnější vrstvu a vlhkost odvádějící vnitřní textilií a čtyřvrstvý d3o pancíř s další vrstvou brnění, aby poskytoval ochranu proti průniku. Základní materiál pro d3o je většinou polyuretan, ale jsou používány i jiné polymery. Aplikace je v ochranných prostředcích (přilby, boty, kombinézy) pro motorkáře, sjezdové lyžaře atd. [1]

2. KOMFORT A VÝBĚR SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ

Lidské prostředí by mělo být esteticky příjemné, s dostatkem světla, čerstvého vzduchu a tepla. Pokud existují takto příhodné podmínky, lidské tělo pracuje s maximální účinností. Bylo zjištěno, že k maximální produktivitě dojde v příjemných a pohodlných podmínkách a že k průmyslovým haváriím dochází při vyšších nebo naopak nižších teplotách. Nepohodlí neboli diskomfort kvůli pocitu chladu je pro člověka stejné duševní zatížení jako příliš teplé prostředí.

Pohodlí, resp. komfortní stav je základní a univerzální potřebou člověka, nicméně je velmi obtížné a složité ho definovat. Komfort je příjemná, fyziologická, psychologická a neurofyziologická rovnováha, tzv. neutrální stav, mezi člověkem a prostředím. V ideálních podmínkách by si lidé neměli uvědomovat hluk, teplo nebo proudění vzduchu. Oděv neškrábe, netlačí, nelepí se na tělo, člověku není zima a není nikterak omezován v pohybu. V komfortním stavu lze setrvat dlouhou dobu a vykonávat určitou činnost. Pokud existují komfortní podmínky, mysl je v pozornosti a tělo pracuje s maximální výkonností. Při změně teplotních podmínek prostředí se tělo snaží aklimatizovat změnou teploty, přičemž mu může pomoci vhodné oblečení.

Ačkoli je těžké popsat jednoznačně komfort, oproti tomu diskomfort může být popsán jako škrábání, kousání, přílišné teplo nebo chlad, nepříjemný pach, vlhkost, omezenost pohybu.

Velice závisí na subjektivním vizuálním, tepelném a hmatovém vjemu, psychologických procesech a vnějších dopadech na prostředí. [4]

Obecně slouží oděv jako ochrana před povětrnostními vlivy a k zahalení různých částí těla. Má mnoho významů a funkcí. Mezi hlavní významy patří estetika, dále je to projev celkové životní situace, podmínek, zařazení a postoje jedince v rámci společnosti. Funkci plní především užitnou, která je dána přírodními podmínkami, ale i symbolickou, reprezentační, estetickou či rituální. [5]

Průměrné hodnoty komfortu závisí na typu textilie a tloušťce, plošné hmotnosti, prodyšnosti, koeficientu tepelné propustnosti a koeficientu propustnosti par.

Při výběru sportovního oblečení musíme brát ohled na to, který sport chceme vykonávat. Je to nezanedbatelná součást, která nás při výkonu bude velmi ovlivňovat.

Oblečení pro venkovní aktivity by mělo být schopno chránit nositele před vnějšími vlivy jako je vítr, slunce, déšť nebo sníh. Zároveň by mělo být schopné udržet tepelnou bilanci mezi nadměrným teplem produkovaným nositelem kvůli zvýšené metabolické zátěži a odvodem tělesného tepla a potu, aby nedošlo k přehřátí nebo naopak k prochlazení organismu. Další požadované vlastnosti, které oděv musí splňovat, jsou dobré hmatové vlastnosti, tepelná izolace, pružnost (neomezuje v pohybu), rychlá absorpce kapaliny, schopnost odpařování vody a transport vlhkosti na vnější povrch textilie, dále prodyšnost, voděodpudivost, nesmí vyvolávat alergické reakce, atd. [1, 6]

2.1. Rozdělení komfortu

Komfort je možno charakterizovat jako souhrn všech vjemů spotřebitele při nošení oděvu. Dělí se z pravidla na následující:

- ❖ funkční
 - senzorický
 - (termo)fyzilogický
- ❖ psychologický [7]

2.1.1. (Termo)fyzilogický komfort

Termofyzilogický komfort lze chápat jako stav organismu a znamená, že lidské tělo je v tepelné rovnováze s okolím. Člověk v tomto stavu pohodlí může setrvat neomezeně dlouho. Tepelná pohoda člověka je závislá na rychlosti metabolismu (interní produkce tepla), ztrátě tepla z těla a klimatických podmínkách. Oblečení může ovlivnit tepelné ztráty a ztráty vlhkosti z povrchu kůže, a proto hraje důležitou roli v udržování tepelné bilance. Oděvní systém, který je vhodný do jednoho klimatického prostředí, nemusí být vhodný do jiného.

Dobré tepelně izolační vlastnosti je zapotřebí u oděvů a textilií používaných v chladném podnebí. Tepelná izolace je závislá na různých faktorech, jako je např. tloušťka materiálu a počet vrstev. [8]

Podmínky pro tuto rovnováhu jsou následující:

- ❖ teplota pokožky $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ❖ relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- ❖ rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10\text{ cm/s}$
- ❖ obsah CO_2 $0,07\%$
- ❖ nepřítomnost vody na pokožce [7, 8]

Pokud hovoříme o fyziologickém diskomfortu, tak v takovém případě je 25 % povrchu pokožky zvlhčeno potem. Člověk pociťuje teplo (mírné teplo, teplo, horko) nebo chlad (chladno, zima, tuhnutí). Opět je lidským organismem vnímán subjektivně. [7]

2.1.1.1. Hodnocení termofyziologického komfortu

- ❖ objektivní hodnocení fyziologického komfortu

Objektivní hodnocení se provádí na člověku v klimatizované místnosti. Sleduje se průběh vybraných fyziologických funkcí v závislosti na fyzickém zatížení člověka a klimatických podmínkách prostředí. [4]

- ❖ subjektivní hodnocení pocitů komfortu

Subjektivní hodnocení doplňuje hodnocení objektivní, přičemž se klasifikují tepelné vjemy člověka na základě otázek a odpovědí před, v průběhu a po skončení experimentu. [4]

2.1.1.2. Faktory ovlivňující termofyziologický komfort

2.1.1.2.1. Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu může být měřena různými způsoby:

- ❖ Absolutní vlhkost je hmotnost vody v jednotce objemu vzduchu (g/ml).
- ❖ Poměr vlhkosti nebo specifická vlhkost je hmotnost vodní páry na jednotku hmotnosti suchého vzduchu (kg/kg). Retenční vlhkost vzduchu

je závislá na teplotě: čím teplejší vzduch, tím více vlhkosti se v něm může držet. Stupeň nasycení je množství vody přítomné ve vzduchu vzhledem k maximálnímu množství, které může při dané teplotě pojmout, aniž by docházelo ke kondenzaci.

- ❖ Procento vlhkosti je množství vody přítomné ve vzduchu vyjádřené jako procento maximální kapacity zadržování. Nízká procenta ukazují relativní sucho a vysoká procenta naznačují vysokou vlhkost.

Vlhkost zpomaluje tepelné ztráty odpařováním, jelikož vzduch s vysokým obsahem vlhkosti nemůže absorbovat další vlhkost z kůže. Čím je vzduch sušší a teplejší, tím je vyšší rychlost odpařování a tudíž probíhá vyšší tepelná ztráta z pokožky. Nízká vlhkost způsobuje sucho v krku a v nosních dírkách a může vyústit ve statický náboj, což je jeden z faktorů ovlivňující komfort. [4]

2.1.1.2.2. Vlhkost vzduchu pod oděvem

Vlhkost vzduchu pod oděvem, tedy ve vrstvě vzduchu, která se nachází mezi pokožkou a první vrstvou oděvu, by se měla pohybovat v rozsahu od 35 – 65 %. V tomto případě se člověk bude cítit pohodlně. Za nejdůležitější je považována dynamika vlhkosti vzduchu pod oděvem, která ovlivňuje schopnost oděvu odvádět pot z povrchu těla do okolního prostředí. V případě, že odvod potu je nedostatečný z důvodu příliš teplého prostředí, může dojít k přehřátí organismu. Naopak v chladném počasí, kdy je teplota okolí podstatně nižší, než je teplota pod oděvem, může dojít ke kondenzaci vodních par. Výsledkem je navlhnutí spodní vrstvy oděvu a horší tepelná izolace. [5]

2.1.1.2.3. Vlhkost pokožky

Vlhkost pokožky závisí na fyzické námaze a klimatických podmínkách a je vyjádřena množstvím vyloučeného potu. Odpařování potu z pokožky způsobuje ochlazování pokožky, což udržuje stabilní tělesnou teplotu. Muži mají více potních žláz než ženy. Je důležité, aby množství odpařovaného potu bylo okolí schopno pojmout. Tabulka č. 1 ukazuje produkci potu při různých aktivitách a tabulka č. 2 produkované teplo při různých činnostech. [5]

Tab. č. 1 Produkce potu při různých aktivitách [6]

Aktivita	Práce [W]	Produkce potu [g/den]
Spánek	60	2 280
Sezení	100	3 800
Pomalá chůze	200	7 600
Rychlá chůze	300	11 500
Chůze s lehkým zavazadlem	400	15 200
Chůze s těžkým zavazadlem	500	19 000
Chůze v horách s těžkým zavazadlem	600 - 800	22 800 - 30 400

Tab. č. 2 Produkce tepla [7]

Druh činnosti	Produkce tepla Qm [KJ/h]
Bazální metabolismus	290
Domácí úklidové práce, vaření	720
Procházka	840
Turistická chůze	1260
Chůze do schodů	4600
Lehká práce	950
Středně těžká práce	1500 - 1880
Těžká manuální práce	2500 - 3400

2.1.1.2.4. Teplota vzduchu

Teplota vzduchu má vliv na rychlost tepelné ztráty z těla konvekci a evaporací. [4]

2.1.1.2.5. Teplota vzduchu pod oděvem

Pro oblečeného člověka je velmi podstatná teplota vzduchu mezi povrchem těla a první vrstvou oblečení. Optimální úroveň této teploty je dána fyzickou aktivitou člověka. Je-li člověk v klidném stavu, potřebuje vyšší teplotu vzduchu než ten, který vykonává těžkou fyzickou práci. Jedině tak se bude cítit pohodlně. Je tedy nutné sledovat individuální fyzickou aktivitu jedinců. [5]

2.1.1.2.6. Teplota pokožky

Teplota pokožky je různá v různých částech těla a závisí na prokrvení jednotlivých částí. Nejvyšší teploty jsou v dobře prokrvených částech těla (hlava, břicho, hrudník) a dosahuje teplot 35 – 36 °C. Vnitřní teplota lidského organismu dosahuje teplot 37 °C. Nejnižší teplotu mají konečky prstů nebo ušní lalůčky. Tabulka č. 3 znázorňuje fyziologické reakce člověka na různé tělesné teploty a tabulka č. 4, teplotu kůže a tepelné pocity člověka ve stavu relativního fyzického klidu. [5]

Tab. č. 3 Fyziologické reakce na různé tělesné teploty [4]

Tělesná teplota [°C]	Fyziologická reakce
43,3	poškození mozku
37,8	pocení
37,0	normální stav
< 37,0	svalový třes, husí kůže
< 32,2	němota
26,5	tuhé a deformované tělo
< 26,5	nevratné ochlazení těla

Tab. č. 4 Teplota kůže a tepelné pocity člověka ve stavu relativního fyzického klidu [7]

Teplota kůže [°C]	nad 36	36 ± 0,6	34,9 ± 0,7	33,2 ± 1,0	31,1 ± 1,0	29,1 ± 1,0	pod 28,1
Pocit	velmi horko	horko	teplo	pohoda	chladno	zima	velká zima

2.1.1.2.7. Obsah oxidu uhličitého pod oděvem

Člověk dýchá nejenom ústy, ale také pokožkou. Při dýchání se vytváří oxid uhličitý, který je v prostoru mikroklimatu ukazatelem stupně jeho zamoření. Zplodiny se odstraňují větráním, a proto je třeba, aby oděv a materiály, ze kterých je vyroben, přispívaly k větrání prostoru pod oděvem. Obsah oxidu uhličitého pod oděvem překračující 0,8 % vyvolává nepříjemné subjektivní pocity a zhoršuje se tepelný stav organismu. Množství oxidu uhličitého uvolňovaného pokožkou se zvyšuje při fyzické práci v teplém prostředí. [5]

2.1.1.2.8. Pohyb vzduchu

Ztráta nebo příjem tělesného tepla konvekcí (prouděním) a evaporací (odpařováním) je významně ovlivněno pohybem vzduchu. Čím větší pohyb je, tím větší probíhá tepelný tok konvekcí a evaporací. Typické lidské reakce na pohyb vzduchu jsou uvedeny v tabulce č. 5. [4]

Tab. č. 5 Lidské reakce na pohyb vzduchu [4]

Rychlost proudění vzduchu [m/s]	Reakce
< 0,05	stagnace
0,05 - 0,25	komfortní, pohodlný
0,25 - 0,51	proudění vzduchu je cítit, komfort závisí na teplotě vzduchu a prostorových podmínkách
0,51 - 1,02	silný pocit pohybu vzduchu, přijatelné pracovní prostředí, je-li přerušované a je-li teplota vzduchu a prostorové podmínky přijatelné
≥ 1,02	obtíže a nepříjemnosti jako je létání papírů, vlasů

S nárůstem pohybu vzduchu o každých 0,075 m/s, člověk cítí ochlazení o 1°C. [4]

2.1.2. Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje všechny vjemy a pocity člověka při styku pokožky s oděvem. Tyto pocity mohou být příjemné – splývavost, měkkost, hřejivost nebo naopak nepříjemné – škrábání, píchání, svědění pocit vlhkosti a lepivosti, tlaku apod. [8]

Pichlavost může vyvolat dlouhodobé podráždění kůže, které je podporováno škrábáním postižené oblasti a vede až k zánětu. Svědění souvisí s průměrem vláken, tloušťkou materiálu a drsností povrchu textilie. [4]

Senzorický komfort lze rozdělit na komfort nošení (zahrnuje povrchovou strukturu textilií, mechanické vlastnosti – tření, drsnost, pevnost ve smyku, tlaku a ohybu, druh vláken, schopnost textilie vstřebávat a odvádět plynnou a kapalnou vlhkost) a na omak, který lze charakterizovat hladkostí, tuhostí, objemností a tepelně-kontaktním vjemem. Tyto vlastnosti ovlivňují finální úpravy textilií. Hladký povrch textilie může na kůži působit chladně, protože má s kůží velkou kontaktní plochu a chybí tedy tepelně izolační vrstva vzduchu. Velmi zde záleží na konstrukci a velikosti oděvu. [4, 8]

Senzorický komfort je vjemem komfortu oblečení, což je senzorická odezva nervových zakončení na externí podněty zahrnující teplo, tlak, bolest apod. Vytvářejí neurofyzilogické impulzy vysílané do mozku. Tyto senzorické signály jsou mozkiem zpracovány do subjektivních pocitů a je na ně vhodným způsobem reagováno uzpůsobením toku krve a stupně pocení při tvorbě tepla při svalovém třesu.

Existují tři hlavní podmínky, a to:

- ❖ mechanický kontakt s externími objekty
- ❖ změna teploty způsobená teplotním tokem do nebo z těla
- ❖ traumatické poškození nebo chemické úrazy [4]

Zmiňovaný komfort je výsledkem úrovně fyziologického komfortu, např. jak uvedla ing. Dagmar Růžicková, pocit lepidlosti je dán nedostatečným odvodem potu z pokožky. [5]

2.1.3. Psychologický komfort

Psychologický komfort vyjadřuje individualitu člověka a lze se na něj dívat z několika následujících hledisek:

- ❖ Klimatické hledisko – oblečení by mělo respektovat tepelně – klimatické podmínky, které jsou dány geograficky.
- ❖ Ekonomické hledisko zahrnuje výrobní prostředky nebo politický systém či úroveň technologie.
- ❖ Historické hledisko bere v úvahu výrobky vyrobené z přírodních materiálů, dále výrobky napodobující přírodu.
- ❖ Kulturní hledisko – jedná se o tradice, zvyky, náboženství.
- ❖ Sociální hledisko, které zohledňuje věk, vzdělání a kvalifikace, sociální třídu, postavení.
- ❖ Skupinové a individuální hledisko zohledňuje obor módního návrhářství. Můžeme jmenovat například módní vlivy, styl, barvy ale i osobní preference a konstrukční řešení. [8]

3. FYZIOLOGIE ODÍVÁNÍ

Fyziologie je věda, která se zabývá funkcemi živých organismů. Mimo jiné zkoumá činnost orgánů a organismů a vliv faktorů vnějšího prostředí na jejich životní funkce. [5]

Základním oborem fyziologie odívání je fyziologie lidského těla, přičemž za nejvýznamnější se považují fyzikální zákony regulující přenos tepla a vlhkosti v daných klimatických, resp. pracovních podmínkách. Hlavním předmětem je soustava organismus – oděv – prostředí. [5]

3.1. Organismus – oděv - prostředí

V lidském organismu dochází na základě metabolických pochodů k výdeji a příjmu tepla a na základě toho k termoregulačním procesům. Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, kde oděv může napomáhat. Existuje řada faktorů, které tepelnou bilanci organismu ovlivňují. Jedná se o okolní prostředí (teplota vzduchu, radiční záření, vlhkost a proudění vzduchu, ...) dále osobní faktory (hodnota metabolismu, produkce potu, oblečení, intenzita zátěže) a doplňující faktory (jídlo, pití, aklimatizace, tělesná postava, kondice, podkožní tuk, věk a pohlaví). Oděvem prochází teplo a vlhkost. Tento proces je podporován nebo naopak brzděn konstrukcí oděvu a materiálem, ze kterého je oděv vyroben. Pokud je například z bavlny, která má tendenci k bobtnání, klesne pórovitost textilie a zároveň i propustnost vlhkosti a snižuje se tepelná izolace. Zda a v jakém množství dochází k výdeji nebo příjmu tepla, závisí na činnosti, kterou bude člověk vykonávat a dále na prostředí, ve kterém se nachází. Jde o oblasti zeměpisného podnebí a pracovního prostředí. [5,7]

3.2. Fyziologie a tělesné teploty

Lidské tělo má tělesnou teplotu 37 °C s tolerancí ± půl stupně v závislosti na různých klimatických podmínkách. Veškerý odklon od teploty těla znamená změny,

kteře vyvolávají tepelné ztráty nebo vytváření tepla, aby se tělo dostalo zpět na svoji teplotu. Tento proces vyžaduje řadu mechanismů, které upravují regulaci teploty těla. Vytváření tepla závisí na rychlosti metabolismu. Pokud klesne nebo stoupne teplota mimo normální rozsah, hrozí závažné fyziologické poruchy nebo dokonce smrt v případě, že teplota klesne, resp. stoupne do extrémní úrovně.

Fyziologické reakce tělesné teploty závisí také na geografické lokaci, kde se člověk nachází. Člověk je zvyklý žít v určitém prostředí a je tedy schopný tolerovat teplotní rozsah tohoto okolního prostředí. Takové limity nejsou velké, zvláště když je změna náhlá, jako když člověk přechází z vyhřátého bytu do chladného počasí. Pomalejší sezónní změny jsou snadno přijatelné.

Při vystavení vysokým teplotám dochází k pocení. Nejprve potní žlázy vylučují sekret podobný plazmě, s výjimkou toho, že neobsahuje plazmové proteiny. Tímto mechanismem je z těla vylučován chlorid sodný (NaCl), což vede k mírnému nedostatku sodíku v krvi. Složky potu jsou upraveny k předcházení nadměrnému úbytku sodíku v krvi, je-li člověk vystaven teplému počasí po dobu 4 – 6 týdnů. Při těchto podmínkách se zvyšuje odvádění hormonu aldosteronu a snižuje se tak koncentrace sodíku v potu.

Pokud teplota klesne, aktivita především svalové tkáně se zvýší a vytváří tak více tepla. Tento jev se projevuje chvěním neboli rychlými svalovými stahy. Studie ukázaly, že chvění může mít za následek až pětinasobné zvýšení metabolismu. [4]

3.3. Role částí těla v regulaci tělesné teploty

Lidské tělo má senzory tepla a chladu. Senzory tepla, umístěné v hypotalamu, vysílají signály, když teplota kůže stoupne nad 37 °C. Oproti tomu senzory chladu umístěné v kůži, posílají signály, když je teplota kůže nižší než 37 °C. Čím je teplotní rozdíl vyšší, tím je vysíláno více impulzů. Pokud jsou impulzy z obou druhů senzorů vysílány ve stejné míře, tělo se cítí neutrálně. [4]

❖ Role předního hypotalamu

Hypotalamus je část mozku, která je uložena přibližně mezi ušima. Nachází se přímo nad hypofýzou. Činnost hypotalamu je spojována s řízením základních životních

funkcí, reguluje teplotu těla, hospodaření s vodou, srdeční činnost, krevní tlak, pocit hladu nebo náladovost. [10]

Krev, která cirkuluje do všech tělních tkání, je zahřívána teplem uvolňovaným uvnitř těla, přičemž udržuje různé části těla při stejné teplotě. Teplota těla je výsledkem rovnováhy mezi vytvářením tepla a tepelnými ztrátami a je převážně regulovaná nervovou zpětnou vazbou. Hypotalamus neustále zaznamenává teplotu krve a reguluje teplotu těla za použití nervových cest na konstantní teplotu kolem 37 °C. Hypotalamus spouští kontrolní mechanismus ke zvýšení nebo snížení tepelné ztráty regulací proudu krve do kůže, což je zajištěno rozevíráním a smršťováním krevních cév uvnitř kůže. [4]

❖ Role cév

Krev má velmi vysokou teplotní vodivost, takže když proudí z vnitřku těla do kůže, přenáší do ní teplo. Řízením obvodového toku krve do kůže je tělo schopno:

- zvyšovat teplotu kůže ke zrychlení odstranění tělesného tepla
- podporovat pocení.

Se vzrůstající teplotou těla cévy v kůži dilatují (tj. mění rozměr v závislosti na teplotě) a přenášejí tak zvýšené množství krve do kůže. Výsledkem je, že vzrůstá teplota kůže se spolu související zvýšenou ztrátou tepla a snížením teploty těla. V chladném prostředí může tělo ztratit více tepla, než vytváří. Aby se zabránilo tomuto zvýšenému stupni úbytku tepla, vnější krevní cévy se zúží, čím se zredukuje tok krve do vnějšího povrchu kůže a sníží se tak teplotní ztráty a tělesné teplo se uchovává. Pokud tělo ztrácí příliš mnoho tepla, kontrolní mechanismus zvýší produkci tepla nedobrovolnou aktivitou svalů neboli tzv. třesem. Pokud podmínky přetrvávají delší dobu, svalové pnutí může vyústit ve strnulost a fyzické vyčerpání. [4]

❖ Role plic a dýchacích traktů

Vypařování části vody z plic a dýchacího ústrojí se považuje za zanedbatelnou tepelnou ztrátu z těla.

❖ Role srdce

Při ztrátě podstatného množství tepla z těla, jde zvýšené množství krve pumpované srdcem přímo ze srdce do kůže a zpět. Přitom mívá mozek a jiné orgány.

Jako výsledek lidé zažívají pocit letargie a duševní otupělosti. V horkém prostředí je srdce více namáháno, tlučé rychleji, aby napumpovalo krev do kůže, a tím zvyšuje rychlost odvodu tepla. [4]

❖ Role autonomního nervového systému

Základní funkcí autonomního nervového systému je řízení činnosti vnitřních orgánů. Ovlivňuje například žlázy a hladké svalstvo. Jeho činnost nelze ovlivnit. Vyrůstá-li teplota těla, potní žlázy v kůži jsou stimulovány, což vede k otevření pórů a k průchodu tělních tekutin skrz tyto póry. Když se tyto tekutiny vypařují, tělo se tím chladí. [4, 10, 11]

❖ Role sympatického nervového systému

Sympatický nervový systém je součástí autonomního nervového systému. Zrychluje činnost srdce, zvyšuje krevní tlak a zpomaluje činnost trávicího ústrojí. [12]

Stimulace sympatického nervového systému způsobuje uvolnění hormonu katecholaminu, což zvyšuje metabolismus mnohých tkání těla, tedy spalování zásob tuku a nakonec vyúsťuje v tvorbu tepla. Dále vyrůstá srdeční tep a cévy distribuují krev z kůže do orgánů a řídí tak vznik tepla. [4]

3.4. Metabolismus

Člověk potřebuje energii pro růst, regeneraci a činnost lidských orgánů jako je svalová kontrakce, cirkulace krve a dýchání. Proces uvolňování, přeměny a využití energie v těle je znám jako energetický metabolismus. Aby lidé přežili, musí metabolizovat nebo oxidovat jídlo přijaté do těla a přeměnit ho na energii, tak aby mohli vykonávat normální životní funkce.

Jen zhruba 20 % veškeré potenciální energie uchované v potravinách je upotřebeno k potřebné práci. Jako vedlejší produkt se zbývajících 80 % přeměňuje na formu tepla. To vede k neustálému vytváření tepla v těle, které musí být vyloučeno tokem tepla (radiací, konvekcí, kondukcí) do okolního prostředí nebo vylučováním tělních tekutin v podobě potu. Pokud je vstřebáno více energie z jídla, než je zapotřebí,

je uložena ve formě tuku pro pozdější použití. Čím je tělo aktivnější, tím je spotřebováváno více energie. Poměr tvorby tepla v těle je znám jako míra metabolismu. Míra metabolismu je teplo uvolněné z těla na jednotku plochy kůže znázorněné v jednotkách met. Met je definován, co se týče plochy těla jako:

$$1 \text{ met} = 50 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hod} \quad (1)$$

Plocha těla dospělého člověka je $1,7 \text{ m}^2$. Tudíž pro průměrně velkého člověka jednotka met představuje $1,7 \times 50 = 90 \text{ kcal/hod}$.

Ve stavu klidu je energie průběžně využívána životně nezbytnými orgány, jako je například srdce. To vyžaduje minimum přeměny energie a tedy je i minimum tepla uvolněno jako vedlejší produkt. Pokud člověk provádí nějakou duševní nebo fyzickou aktivitu, metabolismus vzrůstá, aby poskytl potřebnou energii. Zároveň se vytváří více tepla, přičemž se spotřebovává energie z potravy popřípadě z tuku uloženého v těle. A opět pokud tělo ztrácí více tepla se současně klesající teplotou těla, metabolismus stoupá, aby podpořil stabilizaci teploty, i přesto že nevykonává žádnou dodatečnou duševní nebo fyzickou aktivitu. Veškerá dodatečně metabolizovaná energie je přeměňována na teplo. [4]

3.4.1. Bazální metabolická úroveň

Stav bazálního metabolismu je ideálním stavem pro lidský organismus. Lze jej vysvětlit jako základní látkovou výměnu a nastává tehdy, když zdravý, neoblečený jedinec je v absolutním fyzickém a duševním klidu po 12 hodinách úplného půstu a když okolní teplota je $20 - 25$ a vlhkost 65%. V tomto případě probíhá minimální látková výměna, potřebná k udržení funkcí tělesných orgánů a bazální metabolická úroveň se nemění o více než 5 – 10 % s výjimkou změn souvisejících s věkem. 85 % lidí má základní metabolickou úroveň v rozsahu 10 % průměru. Základní metabolická úroveň vzrůstá se vzrůstající plochou těla, takže k porovnání této úrovně mezi různými lidmi se vyjadřují kalorie za hodinu a m^2 plochy těla. Ve skutečnosti tělo produkuje větší množství tepla a okolní podmínky se také liší. Oblečení zabraňuje odvodu tepla do okolního prostředí. Vytváří tedy kolem těla určité mikroklima, které ovlivňuje pocity nositele. Mikroklima je závislé na tepelném stavu lidského organismu, klimatických vlivech vnějšího prostředí a na vlastnostech oděvu. [4, 5]

3.4.2. Faktory ovlivňující úroveň metabolismu

- ❖ *Věk* – úroveň metabolismu malého dítěte je téměř dvojnásobný než u starého člověka kvůli rychlé syntéze buněčných materiálů a růstu těla; metabolismus dosahuje vrcholu v 10 letech věku a minima ve stáří.
- ❖ *Fyzická zdatnost* – náročná fyzická aktivita způsobuje zvýšení metabolické úrovně.
- ❖ *Váha a plocha těla* – úroveň metabolismu vzrůstá s plochou těla.
- ❖ *Hormony* – tyroxine zvyšuje úroveň metabolismu celého těla zvyšováním úrovně aktivity, téměř všech chemických reakcí; růstový hormon a testosteron zvyšují úroveň metabolismu zvyšováním základní metabolické úrovně.
- ❖ *Příjem potravy* – po konzumaci jídla obsahujícího velké množství proteinů jsou stimulovány chemické procesy v buňkách; úroveň metabolismu začíná vzrůstat po hodině po požití potravy a zvýšená úroveň přetrvává po 3 až 12 hodin.
- ❖ *Počasí* – úroveň metabolismu je nejnižší mezi 20 až 30 °C a stoupá při chladných podmínkách, pokud tělo není teplotně chráněno.
- ❖ *Spánek* – během spánku úroveň metabolismu klesá o 10 až 15 % pod normální stav.
- ❖ *Horečka* – s horečkou stoupá úroveň metabolismu.
- ❖ *Podvýživa* – při podvýživě je v buňkách jen nepatrné množství potřebných složek, a proto metabolismus klesá o 20 – 30 %.
- ❖ *Fyziologická kondice* – úroveň metabolismu stoupá v těhotenství a laktaci o 10 %.
- ❖ *Množství oblečení* – silné ochranné oblečení nošené v chladném počasí může přidat metabolické úrovni 10 – 15 %. [4]

3.5. Přenos tepla

Přenosem tepla kondukcí (vedením), konvekcí (prouděním), radiací (sáláním), evaporací (odpařování) nebo respirací (dýcháním) dochází k uvolňování tepla z těla. Ze zdravotních důvodů by ztráta tepla neměla být příliš rychlá nebo příliš pomalá. Teplotní rovnováha těla záleží na následujících systémech:

- ❖ kardiovaskulární systém
- ❖ kosterní a svalový systém
- ❖ centrální nervový systém

- ❖ plicní systém
- ❖ trávicí systém
- ❖ termoregulační mechanismy

Lidské tělo je ve stavu tepelné rovnováhy s okolím, pokud ztráta tepla (sáláním, vedením, prouděním, odpařováním, dýcháním) je stejně velká jako jeho získávání.

Tepelnou bilanci je možné vyjádřit následovně:

$$\text{Tepelná produkce} = \text{tepelná ztráta}$$

nebo:

$$M + W = C_v + C_k + R + E_{sk} + E_{res} + C_{res} \quad (2)$$

kde:

M (množství tepla produkované organismem, W/m^2) = metabolický stupeň

W = množství tepla přijaté z okolí (W/m^2)

C_v = ztráta tepla konvekcí (prouděním)

C_k = ztráta tepla termální kondukcí (vedením) (W/m^2)

R = ztráta tepla radiací (sáláním) (W/m^2)

E_{sk} = ztráta tepla evaporací (odpařováním z povrchu pokožky) (W/m^2)

E_{res} = vypařování tepelné ztráty v důsledku dýchání (W/m^2)

C_{res} = ztráta tepla v důsledku dýchání (W/m^2)

Metabolický stupeň se mění s mírou námahy. Pokud je uvolňování tepla pomalejší než rychlost vytváření tepla uvnitř těla, tak se přebytek tepla ukládá v tělesných tkáních. Tělo má však omezenou tepelnou kapacitu. Proto se se vzrůstající tělesnou teplotou zvyšuje přítok krve do povrchu kůže a zvyšuje se tak i pocení.

Když je tepelná ztráta větší než produkce tělesného tepla, dojde k opačnému procesu, jenž je popsán výše. Tělo se začne třást a takto zvýšenou aktivitou svalů se zvyšuje rychlost metabolismu. [4]

3.5.1. Přenos tepla radiací (sáláním)

Teplo je předáváno z pokožky do okolí a naopak je z okolí pokožkou přijímáno prostřednictvím infračervených vln, které vydávají všechna tělesa. [5] Tepelné ztráty

jsou závislé na teplotě a vlhkosti okolí a na množství oblečení, které má člověk na sobě. Je-li člověk nahý v místnosti při běžné pokojové teplotě, ztrácí přibližně 60 % celkového tepla zářením. K tepelným ztrátám dochází při styku s chladnějšími povrchy nebo chladnějším okolím než je teplota těla. Naopak pokud je okolní prostředí teplejší, dochází k přijímání tepla. Lidské tělo získává sálavé teplo např. při pohybu u otevřeného ohně nebo vystavováním se na slunci. Pokud se člověk nachází u chladné zdi nebo okna, tak probíhá odtok velkého množství tepla z těla ven. Řešením je například záclona, která blokuje sálavé teplo, které vyzařuje chladné okno. Úroveň sálavého přenosu záleží na rozdílu teplot mezi povrchem těla a průměrnou teplotou okolních povrchů. Téměř všechny zářivé (sálavé) výměny jsou mezi pevnými povrchy, jelikož vzduch je slabým absorbentem sálavého tepla.

$$Q_r = \sigma S T^4 \quad (3)$$

kde:

Q_r množství tepla [J/s]

σ Stefanova-Boltmannova konstanta = $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W.m⁻².K⁻⁴]

S obsah plochy předmětu [m²]

T teplota [K] [4]

3.5.2. Přenos tepla konvekci (prouděním)

Konvekce jen nejvýznamnější proces přenášení tepla mezi člověkem a okolím. Mezi pokožkou a první vrstvou oděvu se nachází vzduchová mezera, tzv. mikroklima, ve kterém dochází k proudění díky pohybové aktivitě v okolí. Čím vyšší je rychlost pohybu vzduchu, tím větší je teplotní rozdíl mezi tělem a okolním vzduchem a čím větší je plocha povrchu těla, tím větší je rychlost přenosu tepla. Je-li teplota vzduchu nižší než teplota kůže (a oblečení), konvekční teplo je kladné, tělo tak ztrácí teplo. Pokud je vzduch teplejší než teplota kůže, konvekční teplo je negativní (záporné) a tělo tak získává teplo ze vzduchu.

$$Q_t = \alpha S \Delta t \quad (4)$$

kde:

Q_t tepelný tok [W]

α součinitel přestupu tepla [W/m².K]

S plocha, kde dochází k odvodu tepla [m²]

Δt rozdíl teplot [K]

[4, 5]

3.5.3. Přenos tepla kondukcí (vedením)

V tomto procesu dochází k vyrovnávání teplot teplejší a chladnější látky v případě přímého kontaktu. Oblečení zpomaluje rychlost vedení tepla, působí jako izolant, tudíž ovlivňuje míru ztráty. Tepelná ztráta, resp. příjem nastane v okamžiku kontaktu těla s fyzickými objekty, jako jsou podlahy, židle. Rychlost sdílení tepla závisí na teplotě okolí (čím vyšší je rozdíl teplot mezi tělem a okolím, tím je přenos tepla rychlejší), dále závisí na tloušťce vrstvy, množství statického vzduchu v textilií a vnějším pohybem vzduchu.

$$Q_v = \frac{\lambda S \Delta t}{h} \quad (5)$$

kde:

Q_v množství tepla [J/s]

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Δt rozdíl teplot [K]

h tloušťka textilní vrstvy [mm]

S plocha, kde dochází k odvodu tepla [m^2] [4, 5]

3.5.4. Přenos tepla evaporací (odpařováním)

Při vyšší okolní teplotě než je pokožka těla, je jediným způsobem uvolňování tepla odpařování potu od pokožky. Tělo ztratí při každém odpařeném gramu vody 0,58 kalorií. Teplo tímto způsobem odchází z kůže a z plic, což způsobuje neustálé tepelné ztráty ve výši 12 až 16 kalorií za hodinu, aniž by to člověk pocítil. Ztráta odpařováním je závislá na vlhkosti vzduchu a na koeficientu přenosu hmoty.

Latentní (skryté) mechanismy tepelné ztráty jsou:

- ❖ tepelné ztráty latentním dýcháním (dýchání pokožkou)
- ❖ vodní difúze skrz kůži
- ❖ odpařování potu. [4]

3.5.5. Přenos tepla respirací (dýcháním)

Množství tepla, které je přeneseno dýcháním, je dáno rozdílem množství vodních par vdechovaných a vydechovaných. Odpařování tohoto tepla se děje nepřetržitě. [5]

V závislosti na teplotě okolního vzduchu a předmětů, může lidské tělo získat či ztratit teplo radiací, konvekcí a kondukcí. Odpařováním se člověk výhradně chladí. Při nižších teplotách proto v tepelné bilanci odpařování nehraje významnou roli. Při vyšších teplotách, kdy tepelné ztráty radiací a vedením nemohou nastat, tělo získává teplo z okolního prostředí a jediný způsob, jak teplo ztratit, je odpařování.

Tepelné ztráty prouděním a sáláním jsou vyšší u lehce oblečeného člověka. Obě klesají s rostoucí teplotou vzduchu, zatímco teplotní ztráta vypařováním se zvyšuje s rostoucí teplotou vzduchu. [4]

3.6. Transport vlhkosti z povrchu lidského organismu

Transport vlhkosti je jednou z fyzikálních vlastností funkčního oblečení. Udržuje tepelnou rovnováhu těla a tím tedy i pohodlí. Předpokladem pro odvod vlhkosti z povrchu neoblečeného lidského těla do okolního prostředí je co nejvyšší rozdíl parciálních tlaků (rovnice č. 5). Pokud se tento rozdíl snižuje, odvod vlhkosti klesá. U oblečeného organismu je vlhkost odváděna několika způsoby a všechny jsou součástí termoregulace. [13]

$$\Delta P = P_k - P_o \quad (6)$$

kde

P_kparciální tlak vodních par kůže [Pa]

P_oparciální tlak vodních par okolí [Pa] [7]

Pocení

Pocení nebo také hyperhidróza je součástí termoregulace a je pro člověka nezbytné. Tento jev vzniká nezávisle na okolní teplotě a je spojen např. se stresem, s vysokou aktivitou, při horečce, nervozitě, nebo také při strachu. Při tomto procesu se

tělo ochlazuje a potom vyměšuje řadu škodlivých látek. Pot je složen až z 99 % z vody, 0,6 % NaCl a dalších rozpuštěných organických látek, jako je například močovina, mastné kyseliny a aminokyseliny. Množství potu u neaklimatizovaného člověka může dosahovat až 700 ml/hod. U adaptovaného organismu jsou tyto ztráty kolem 1,5- 2,0l denně. Člověk má v kůži asi dva miliony potních žláz, tedy na 1 cm² jich připadá asi 100. Jednotlivé žlázy mají průměr 0,17 – 0,35 mm, žlázy v podpaží mají průměr 0,3 – 0,5 mm. Největší aktivita potních žláz se nachází na dlaních, chodidlech, v podpaží a na čele. [13, 14]

3.6.1. Kapilární odvod potu

Kapilární odvod potu spočívá v odsávání potu v kapalném stavu první vrstvou oblečení, kde prostřednictvím kapilárních cest pot vzlíná do plochy textilie všemi směry nebo je přenášen do další vrstvy. V tomto případě závisí na smáčecí schopnosti textilie a na povrchovém napětí vláken. Tento způsob odvodu potu se jeví jako nejrychlejší. [13]

3.6.2. Migrační způsob odvodu potu

Migrace potu vzniká několika způsoby. Oděv se nachází v teplotním spádu mezi teplotou lidského organismu, resp. mikroklima a okolím. Za těchto podmínek může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je odvedena do kapilárních prostor nebo migruje na povrchu vláken. Tato varianta nastává u vláken, která nepřijímají vodu do své struktury. [13]

3.6.3. Difúzní odvod vlhkosti

Difúzní odvod vlhkosti z povrchu kůže přes textilií je realizován prostřednictvím pórů. Vlhkost prostupuje textilií směrem nižšího parciálního tlaku vodní páry. [13]

3.6.4. Sorpční odvod vlhkosti

Sorpční odvod vlhkosti předpokládá vnik vlhkosti nebo potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové

struktuře. Předpokladem je textilie vyrobená alespoň částečně z nasákavých vláken. Tento způsob je nejpomalejší. [13]

Hodnota propustnosti vodních par a difúzní rychlost závisí většinou na rozdílu parciálních tlaků na obou (vnitřní i vnější) stranách a na použitých materiálech v závislosti na bariérových látkách, na struktuře a pórovitosti plošné textilie. Hodnotu rozdílu parciálních tlaků určuje směr transportu vodních par. Pokud jsou parciální tlaky vyrovnané, k žádnému transportu nedochází. V případě, že je vnější tlak větší, vlhkost je uvnitř oblečení a nastává tzv. kondenzace vodních par. Proto použití inteligentní bariérové textilie a oděvů vyrobených z těchto materiálů má limity a nejlepší aplikace je od 0 do 10 °C.

Je zřejmé, že transport vlhkosti může být obousměrný. Závisí pouze na rozdílu parciálních tlaků vodní páry a difúzním koeficientu, který je dán propustností bariéry textilu.

Bariérové textilie jsou schopné transportovat vodní páru do mikroklimatu mezi lidským tělem a oblečením v podmínkách vysoké vlhkosti. Naopak při vysokých sportovních aktivitách je rozdíl parciálních tlaků dán maximálním parciálním tlakem uvnitř a rozdíl parciálních tlaků je omezen a následně je omezena velikost dopravy rozdílů vlhkosti. [15]

3.7. Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

Úroveň přestupu tepla vypařováním značně závisí na hydromechanických vlastnostech materiálů, čímž se rozumí navlhavost, vzlínavost, nasákavost, propustnost pro páru a vodu. Soubor těchto vlastností umožňuje regulovat oděvní mikroklima. [2]

3.7.1. Navlhavost

Navlhavost je schopnost materiálů pohlcovat vlhkost ze vzduchu a zjišťuje se z poměru hmotnosti vody pohlcené materiálem při určité teplotě a tlaku a relativní vlhkosti vzduchu k hmotnosti suchého materiálu. Vyjadřuje se v procentech.

Schopnost textilií pohlcovat vlhkost ze vzduchu souvisí se sorpčními vlastnostmi vláken. Navlhavost je ovlivněna dostavou, tloušťkou a vlastnostmi vláken. Čím má textilie větší tloušťku a hustotu, tím pomaleji probíhá nasávání a propouštění vody a tím lépe zajišťuje tepelnou izolaci.

Této vlastnosti se využívá na vnitřní straně oděvu, kde rychlým pohlcováním zachovává příznivé klima pod oděvem. [13]

3.7.2. Vzlínavost

Vzlínavost je schopnost textilie přijímat vodu, která do ní vniká působením kapilárních sil. Jedná se o schopnost odvádět vodu z prostoru pod oděvem a je tedy závislá na pórovitosti textilie. [13]

3.7.3. Nasáklivost

Nasáklivost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Vyjadřuje se v procentech. [13]

3.7.4. Vysýchavost

Vysýchavost je schopnost materiálu odevzdávat vodu do okolního prostředí. Rychlost, s jakou bude materiál odevzdávat vodu do prostředí, závisí na vlastnostech vláken, struktuře textilie a na charakteru povrchu textilie. [13]

3.7.5. Smáčivost

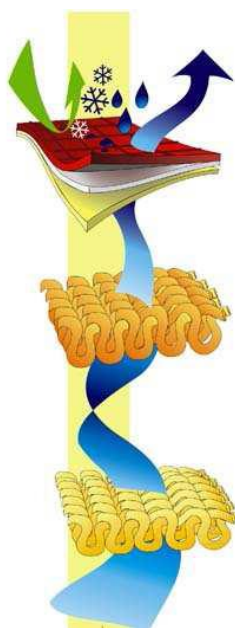
Smáčivost je dána povrchovým napětím textilie, které vzniká na rozhraní textilie, vody a vzduchu. Ukazatelem průběhu smáčení je dotkový úhel. Kapalina s vysokým povrchovým napětím utvoří na těžko smáčivém tělese kulatou kapku. Klesá – li povrchové napětí, kapka se rozšiřuje a dotkový úhel se zmenšuje. [13]

3.7.6. Propustnost vodních par

Propustnost vodních par je schopnost textilie propouštět vlhkost ve formě vodní páry z prostoru pod textilií. Udává se v procentech. [13]

4. PRINCIP TŘÍ VRSTEV – CIBULOVÉ OBLÉKÁNÍ

Nejdůležitějším parametrem, který určuje komfort tkaniny či pleteniny je materiál. V klasickém třívrstvěném systému oblékání, nabízí každá vrstva specifickou funkci. První vrstva oblečení se nosí přímo na kůži a je vyrobená tak, aby odváděla lidskou vlhkost do další vrstvy, zůstala suchá a nabízela termální ochranu ve studeném počasí. Druhá vrstva oblečení je termální ochrana a je také navržena tak, aby odváděla vlhkost dál do další vrstvy. Role vnější vrstvy je ochrana proti vnějším elementům. Jsou často vyráběny z laminovaných textilií, které chrání před větrem a vodou bez omezení prodyšnosti. Kombinací těchto tří vrstev vznikne komfort a ochrana. I přes velkou aktivitu, tělo zůstane v suchu a bude se cítit pohodlně. Klasický ochranný systém oblečení je dobře přizpůsoben outdoorovým aktivitám od lezení, přes cyklistiku až po lyžování. Strukturu vrstev lze vidět na obrázku č. 2. Velké množství vlastností může být dosaženo až finální úpravou (úprava omaku, nešpinivá, oleofóbní, nehořlavá antistatická, antibakteriální úprava). [1, 4]



Obrázek č. 2 Princip třívrstvého oblékání [16]

4.1. První vrstva

Úkolem této vrstvy je odvod kapalné vlhkosti od povrchu těla, tak aby se člověk cítil stále v suchu. Je proto důležité, aby prádlo bylo v přímém kontaktu s kůží, v tomto případě je pot odváděn okamžitě do další vrstvy. Pokud by spodní prádlo či tričko bylo příliš volné, pot se nejprve musí z těla odpařit a teprve páry potu jsou odvedeny od těla.

Transport vlhkosti je umožněn díky kapilárnímu jevu, kdy vlhkost vzlíná do plochy textilie a je předávána další vrstvě nebo se odpařuje. Tím se zabraňuje ochlazování nebo přehřívání těla.

Pro první vrstvu se používají úplety jednovrstvé nebo integrované pleteniny z různých druhů vláken s nízkou nasákavostí. Zároveň jsou lehké, příjemné na omak a antialergické. Nejčastěji se používají vlákna z polypropylenu, polyesteru nebo polyamidu, které jsou často i různě profilovaná, čímž se zvětšuje měrná plocha vlákna a tedy vznikají i kapiláry, resp. místa kudy je pot odpařován. Další výhodou jmenovaných syntetických vláken, oproti vláknům přírodním, je jejich rychlé schnutí. Přírodní vlákna jsou všeobecně považována za nevhodně zvolený materiál pro funkční oblečení pro jejich vysokou sorpční schopnost. V posledních letech se začala využívat, a stala se velmi oblíbenou, vlna Merino. Často se tato vlákna směšují s elastanem.

Jednosložkové pleteniny se vyznačují malou hmotností s malou hustotou řádků a sloupků, což znamená větší porositu a tudíž i vyšší možnost pro odpařování. Pleteniny jsou tvořeny tvarovaným multifilem, který zajišťuje lepší odvod vlhkosti, dobrou termoizolaci a příjemný omak.

První vrstva dvousložkové pleteniny je složena z hydrofobních vláken, která mají nízkou navlhavost, jsou antibakteriální a zajišťují tak pocit sucha. Vrstva, nejčastěji s polyesterových vláken, přiléhá přímo na tělo. Vlhkost, která se odpaří od těla, je difúzí převedena do další složky pleteniny. Druhou vrstvu pleteniny lze pojmenovat jako hydrofilní. Její vlastností je vysoká sorpce vlhkosti a může být tvořena bavlnou, viskózou nebo vlnou.

Za první vrstvu se považuje např. spodní prádlo, termoprádlo, ponožky, trička. Příklady první vrstvy jsou zobrazeny na obrázku 3 a 4.

Z výrobců mohu uvést např. firmu Moira, Progress, Climatex nebo Craft či Devold. Z materiálů pak Klimatex nebo Coolmax. [17]



Obrázek č. 3 Funkční tričko [18]



Obrázek č. 4 Funkční ponožka [19]

4.2. Druhá vrstva

Druhá vrstva oděvu je označována jako izolační. Izolační vrstva má udržet tělo v teple a odvádět vlhkost do následující vrstvy. Používají se plyšové, výplňkové nebo smyčkové i hladké vazby. Pleteniny se často pročesávají, čímž se v nich zvýší obsah vzduchu a plní tak funkci izolantu. Nejčastěji se vyrábí z polyesterových vláken. Vlákná rychleji schnou a neabsorbují vlhkost.

Jedná se například o softshell nebo fleece vyrobený z polyesteru, popřípadě s přídavkem elastanu. Tato vrstva zahřeje, ale není nepromokavá a větruvzdorná. Příklad oblečení je uveden na obrázku č. 5. Vhodné materiály jsou například fleece nebo polartec, což jsou materiály příjemné na omak, lehké a měkké. Další možností je využití softshellového materiálu, či péřového oblečení. [8]

Výrobci jsou například Direct Alpine, Icebreaker, The North Face



Obrázek č.5 Funkční mikina, druhá funkční vrstva [20]

4.3. Třetí vrstva

Úkolem třetí, neboli ochranné vrstvy je ochrana proti vnějším vlivům, čímž je myšlen především vítr a déšť. Jedním z nejdůležitějších požadavků je voděodolnost materiálu. Voděodpudivá úprava mění vlastnosti povrchového napětí vláken a textilie. Cílem je, aby kapky vody stékaly po oděvu. Zároveň musí být tato vrstva dokonale prodyšná. Prodyšnost textilie je měřítkem toho, jak dobře je přes ni umožněn průchod vzduchu. Materiál, který je prodyšný je obvykle i paropropustný. Při vysoké aktivitě se tělo chladí produkcí potu a jeho odpařováním. Oblečení proto musí být schopno tuto vlhkost odstranit v zájmu zachování komfortu a snížení degradace tepelné izolace způsobené hromaděním vlhkosti. Pokud oděv neumožňuje paropropustnost, vlhkost je zachycena mezi pokožkou a oděvem a teplo se tak hromadí v těle. V důsledku toho vznikají nepříjemné pocity tepla a vlhkosti. Dalším požadavkem je větruvzdornost, aby se zabránilo ochlazování lidského těla větrem. Větruvzdornost je zajištěna díky membránám. Jedná se buď o mikroporézní, nebo hydrofilní membrány se zátěrem i bez zátěru, který může být jak neprodyšný, tak i prodyšný.

Oblečení pro ochrannou vrstvu je voleno podle aktuálního ročního období a aktivit, které jsou vykonávány.

Často je pro tuto vrstvu vyhledávaná membrána Gore-Tex, Sympatex. Tyto materiály používají firmy, jako jsou například: Tilak, Kama, Alpine Pro. Dále uvedu materiál Windstopper. Funkční membránová bunda je znázorněna na obrázku č. 6.

Člověk nesmí zapomínat na ochranu rukou, nohou a hlavy. Ať už jde o rukavice, ponožky nebo čepice, tak mají za úkol minimalizovat tepelné ztráty, poskytovat pocit sucha a zároveň tedy odvádět vlhkost od pokožky. [8, 17]



Obrázek č. 6 Funkční bunda, třetí vrstva oblékání [21]

5. POUŽÍVANÉ VLÁKNA A JEJICH VLASTNOSTI

Následující kapitola popisuje nejpoužívanější vlákna při výrobě textilií a jejich vlastnosti. V příloze 2 této práce je přehled vybraných sportů, sortimentu oblečení, používaných vláken, technologií a značek.

5.1. Polypropylen

Chemická vlákna ze syntetických polymerů. Vláknem je zvlákněno z předem připraveného polymeru z taveniny kruhovými tryskami do šachty. Je to vlákno převážně kruhového průřezu. Na obrázku č. 7 a 8 je vyfocen polypropylen v podélném a příčném řezu. Obrázky jsou zvětšeny 500x.

Vlastnosti:

- pevnost: 1,5 – 6 (vysoce pevná 10) cN/dtex
- tažnost: 15 – 60 %
- sorpce vody (při 65 % RH): 0 – 0,005 %
- teplota tání: 165 – 170 °C
- teplota měknutí: 149 – 154 °C
- nízká tepelná vodivost: 0,1 – 0,3 W.m⁻¹.K⁻¹
- odolný vůči poškození, chemikáliím, plísni, hnilobě, slunečnímu záření

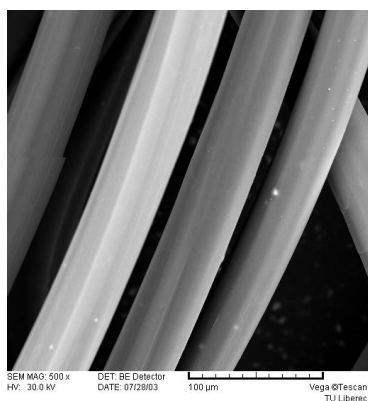
Použití:

Oblečení: sportovní oblečení, ponožky, termoprádlo, tkaniny na podšívky

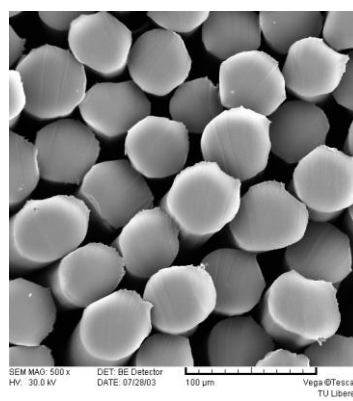
Automobilový průmysl: interiérové textilie, konstrukce sedadel

Bytové vybavení: koberce, podložky, povlečení

Průmysl: provazy, filtrační tkaniny, pytle, geotextilie [22]



Obr. č. 7 Polypropylen –
podélný směr [23]



Obr. č. 8 Polypropylen –
příčný řez [23]

5.2. Polyester

Chemická vlákna ze syntetických polymerů. Vláknem je zvlákněno do šachty. Polyester patří k nejčastěji používaným syntetickým vláknům v textilním průmyslu. Lze jej vyrábět buď s hladkým, nebo tvarovaným profilem. Obrázky č. 9 a 10 znázorňují polyester v podélném směru, který je zvětšen 2500x a příčném směru zvětšený 300x.

Vlastnosti:

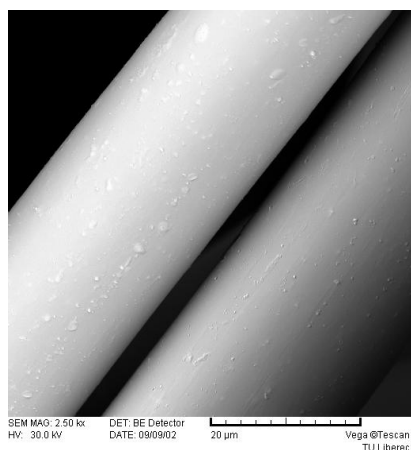
- teplota tání: 258 °C,
- teplota měknutí: 230 °C
- pevnost: 3,8 – 7,2 cN/dtex
- vysoký modul pružnosti: 1300 cN/tex
- tažnost: 50 – 70 %
- hořlavost (LOI): 0,206
- nízká navlhavost: 0,3 – 0,4 % (podléhá vzniku elektrostatického náboje)
- odolné vůči většině chemikálií, plísním, odolný vůči oděru
- snadno barvitelný
- žmolkuje [24]

Použití:

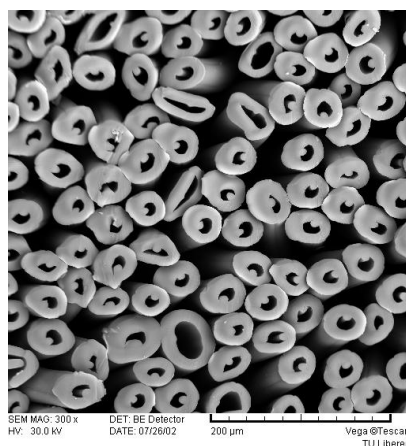
Oblečení: svrchní ošacení, pánské obleky, košile, šatovky, ubrusoviny, sportovní oblečení,

Bytové vybavení: koberce, záclony, závěsy, krajky, povlečení,

Další využití: lana, sítě, nitě, plachy [22]



**Obr. č. 9 Polyester –
podélný směr [24]**



**Obr. č. 10 Polyester –
příčný řez [24]**

5.3. Polyamid

Nejrozšířenější polyamidové vlákno je polyamid 6 a vlákna z polyamidu 6.6. Čísla označují počet uhlíků v monomeru. Jedná se o chemické vlákno ze syntetických polymerů. Na obrázku č. 11 a 12 je polyamid v podélném a příčném směru. Vlákná mají hladký charakter. Lze jej však vyrábět i s tvarovaným profilem, dle tvaru trysky. Obrázky polyamidu jsou zvětšeny 1000x

Vlastnosti:

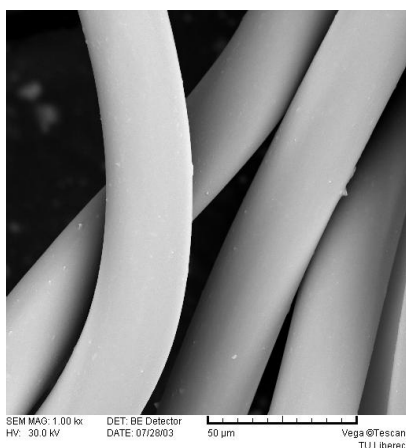
- teplota tání: 220 °C
- teplota měknutí :170 °C
- pevnost za sucha: 3,6 – 7,5 cN/dtex (za mokra 80-90% pevnosti za sucha)
- tažnost za sucha: 23 – 55 %
- počáteční modul za sucha: 340 cN/tex
- hořlavost (LOI): 0,201
- sorpce vlhkosti (při 65% RH) 3 – 4,5%
- barvitelný
- vysoká odolnost v oděru
- žmolkuje [22]

Použití:

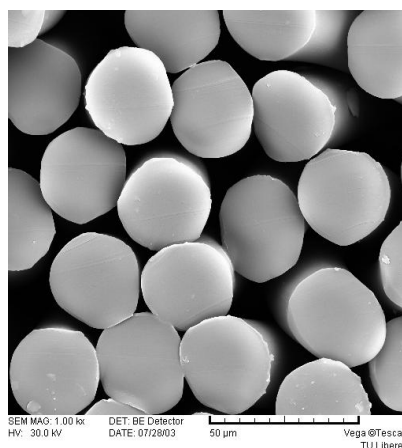
Oblečení – halenky, šaty, spodní prádlo, bundy, plavky, punčochové zboží, větrovky, cyklistické oblečení, lyžařské oblečení

Bytové vybavení: přehozy, potahové látky, koberce, záclony

Další využití: lana, sítě, spací pytle, dentální nitě, vlasec, bezpečnostní pásy v automobilovém průmyslu, padáky, stany, výplety do raket [22]



**Obr. č. 11 Polyamid –
podélný směr [25]**



**Obr. č. 12 Polyamid –
příčný řez [25]**

5.4. Viskóza

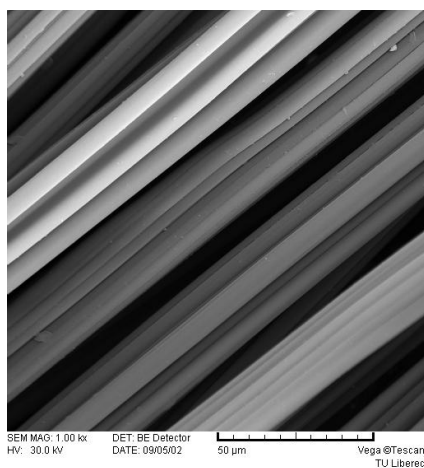
Jedná se o chemické vlákno z přírodních polymerů (z regenerované celulózy). Dále sem patří měďnatá vlákna a acetáty. Obrázek č. 13 znázorňuje podélný řez viskózovými vlákny, která se jeví jako stejnoměrné tyčinky s rýhami. Tyto rýhy v různé šířce jsou zobrazené v příčném řezu viskózových vláken, který lze vidět na obrázku č. 14. Z mikroskopického obrázku, který je zvětšen 1000x, je patrný charakteristický laločnatý tvar.

Vlastnosti:

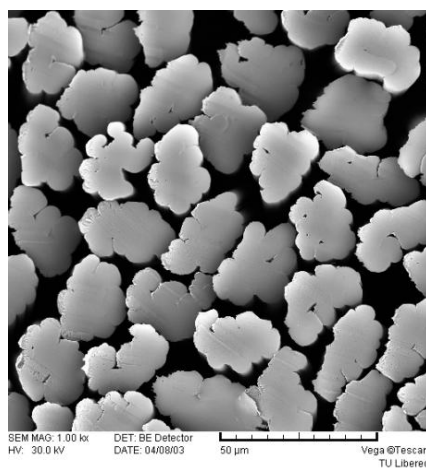
- pevnost za sucha: 2,2 cN/dtex,
- pevnost za mokra: 1,2 cN/dtex
- tažnost za sucha: 20 – 30 %
- tažnost za mokra: 25 – 35 %
- navlhavost: 11 – 13 %
- při teplotě 174 – 190 °C nastává počátek destrukce
- hořlavost LOI: 0,197
- nízká pevnost za mokra [26]

Použití:

- náhrada bavlny, směšuje se s nízko sorpčními vlákny, šatovky, podšívkoviny, výplně do zimních bund [26]



**Obr. č. 13 Viskóza –
podélný směr [27]**



**Obr. č. 14 Viskóza – příčný
řez [27]**

5.5. Vlna Merino

Přírodní živočišné vlákno. Vlna je zařazena do keratinový vláken (srstí), patří sem vlna ovcí, ostatní srsti. Vlnu merino lze vidět na obrázku č. 15.

Vlastnosti:

- pevnost za sucha f_s : 0,9 – 1,8 cN/dtex;
- pevnost za mokra f_m : 70 – 80 % f_s
- tažnost za sucha: 20 – 35 %,
- tažnost za mokra: 25 – 50 %
- teplota 100 °C po delší dobu – ztráta pružnosti, lámavost; 115 °C za vlhka – nevratné změny; 120 °C za vlhka – žloutne, hnědne
- hřeje, i když je vlhká (dokáže pojmout až 1/3 H₂O své váhy, aniž by působila mokře)
- navlhavost: 10- 12 %
- plstivost

Použití:

Oblečení: spodní prádlo, trička, ponožky, oblekové a šatové tkaniny

Bytové vybavení: koberce

Technické textilie [4, 28]



Obr. č. 15 Vlna Merino [29]

5.6. Bavlina

Bavlněné vlákno patří k nejdéle známým textilním vláknům. Jde o přírodní rostlinné vlákno ze semen. Na obrázku č. 16 lze vidět snímek podélného směru vlákna, a na obrázku č. 17 jeho příčný řez, kde je patrný ledvinkovitý tvar.

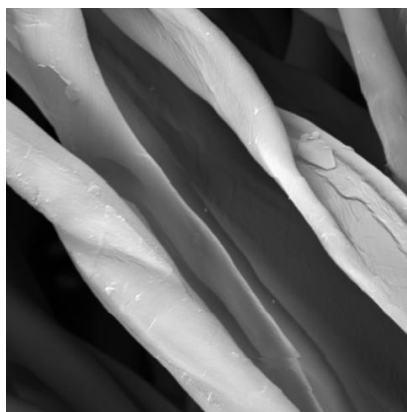
Vlastnosti:

- pevnost za sucha 2 – 4 cN/dtex
- pevnost za mokra 100 – 120 % pevnosti za sucha
- tažnost za sucha 6 – 10 %,
- tažnost za mokra 100 – 110 % tažnosti suché
- navlhavost (při 65 % RH): 7,5 %
- navlhavost ve vlhké atmosféře (95 % RH): 24 – 27 %
- jemnost 0,8 – 2,85 dtex
- při 150 °C hnědne, při 200 – 280 °C dehydratace, dekarboxylace, následuje destrukce [28]

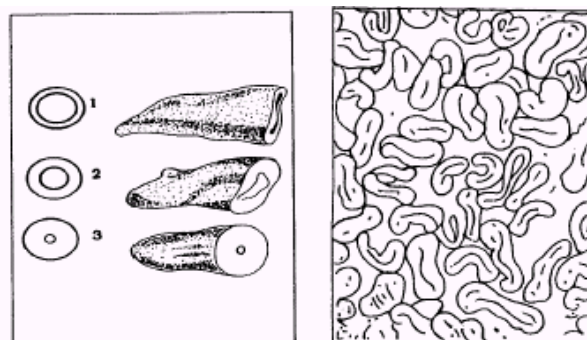
Použití:

Oblečení: košile, halenky, pracovní oděvy, spodní prádlo, oblekové tkaniny, šatovky

Bytové vybavení: ručníky, ložní prádlo, ubrusy, domácí textilie [28]



Obr. č. 16 Bavlina –
podélný směr [28]



Obr. č. 17 Bavlina – příčný řez [28]

5.7. Lyocelová vlákna

Jedná se o vlákna chemická z přírodních polymerů (z regenerované celulózy). Vlákna z regenerované celulózy tvoří z podstatné části čistá celulóza a vlastnosti vláken jsou podobné přírodním vláknům celulózovým. Obrázek č. 18 a 19 znázorňuje podélný a příčný řez lyocelovými vlákny. Je zde patrný kruhový až oválný tvar. V podélném směru se vlákna jeví jako nerovné tyčinky. Zvětšeno 1000x.

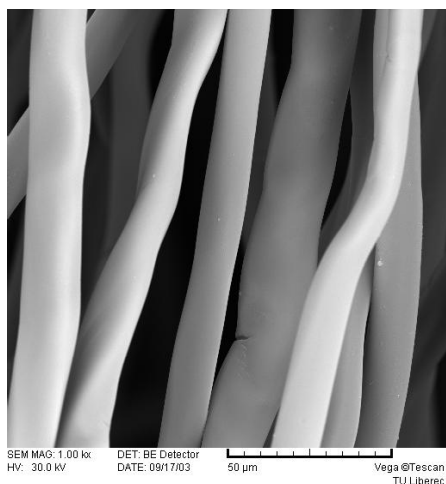
Vlastnosti:

- pevnost za sucha 4,2 cN/dtex;
- pevnost za mokra 3,6 cN/dtex
- nižší tažnost za sucha i mokra v porovnání s viskóзовými vlákny
- speciální omak
- tendence k fibrilaci za mokra

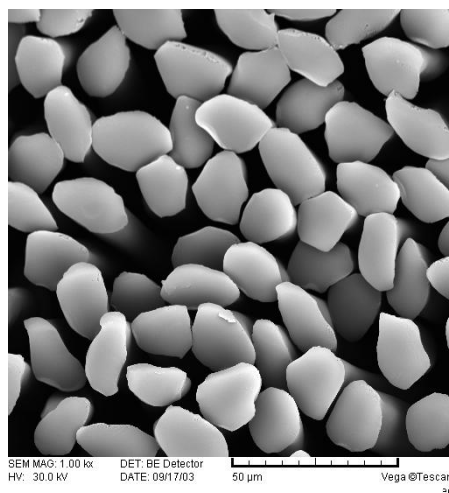
Použití:

Oblečení: dámské a pánské sportovní oblečení, ve zdravotnictví.

Bytové vybavení: potahy a matrace, jako výplně do peřin a polštářů [22]



**Obr. č. 18 Lyocelová vlákna –
podélný směr [30]**



**Obr. č. 19 Lyocelová vlákna –
příčný řez [30]**

6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem diplomové práce je otestovat fyziologické vlastnosti první vrstvy oděvu při reálné fyzické zátěži a následně subjektivně zhodnotit vybraná trika, co se týče tepelných, vlhkostních a senzorických pocitů. Nakonec vyhodnotit výsledky a stanovit, který z materiálu je pro první vrstvu nejvhodnější.

Experiment probíhal ve dvou fázích (etapách). První část testování byla provedena v klimatizované místnosti na Katedře oděvnictví, Technické univerzity v Liberci. Před testem byla v místnosti nastavena teplota $21 \pm 0,5$ °C. Vlhkost místnosti byla na počátku fyzické zátěže nastavena na 62 ± 2 %. Zátěž spočívala v jízdě na stacionárním kole, kde bylo možné nastavení zátěže. Celková doba sledování byla 45 min. Druhá etapa experimentu se uskutečnila ve venkovním prostředí na harcovském stadionu. Testování opět probíhalo za reálné fyzické zátěže, což byl v tomto případě běh po dobu 50 minut. Snahou bylo trika testovat při konstantních venkovních podmínkách, a jelikož byl experiment uskutečněn v zimním období, druhá vrstva i třetí vrstva oblečení zůstávala stále stejná. Druhá vrstva obsahovala 80 % polyesteru a 20 % elastanu. Svrchní bunda GUIDE od firmy Direct Alpine je tvořena 3-vrstvým laminátem (strečový rip-stop nylon a PU membrána (20 000mm) a 100% polyesterem s úpravou Kudos XR.

Po odborné konzultaci s Doc. PhDr. Soňou Jandovou, Ph.D. z Fakulty přírodovědně humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci, byla zátěž nastavena tak, aby tepová frekvence dosahovala 70 – 80 % maximální tepové frekvence. V obou případech byla tepová frekvence monitorována prostřednictvím sporttesteru Suunto t6d.

Pro experiment v místnosti byly zvoleny 4 trika různého materiálového složení a plošné měrné hmotnosti. Jednalo se o triko ze 100% polyesteru od firmy Adidas, dále triko ze 100% polypropylenu značky Propy Bac. Následně bylo proměřeno triko používané vojáky značky Jitex, jehož složení je 80 % bavlna a 20 % polyamid. A jako poslední bylo vybráno triko ze 100% vlny Merino značky Devold.

Pro experiment ve venkovním prostředí bylo vybráno pět typů první vrstvy. Jedná se o triko ze 100% polyesteru od firmy Adidas, 100% polypropylen značky Propy Bac. Dále bylo odzkoušeno triko ze 100% vlny Merino značky Devold a smyčkový úplet, který obsahoval 55 % polypropylenu, 27 % bavlny a 18 % lyocelových vláken. Pro srovnání bylo testu podrobena i triko ze 100% bavlny.

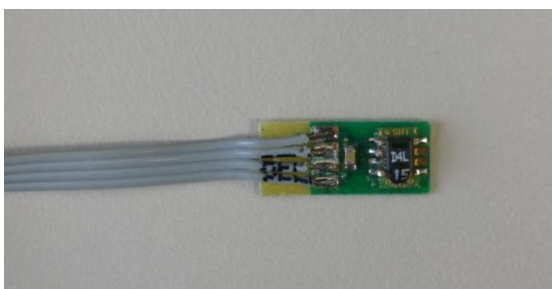
Na každé triko bylo přišito pět čidel (Sensirion SHT15/75) snímající teplotu a vlhkost. Čidlo je zachyceno na obr. č. 20. Tato čidla byla umístěna v paropropustném materiálu Neoshell a vždy se připevňovala na stejná místa trika. Jedno čidlo zůstalo volně, přičemž sledovalo venkovní teplotu a vlhkost. Senzory vysílají informace o naměřených hodnotách do aplikace Humitem, kde se zobrazují v grafech a výsledky jsou zpracovány v MS Office.

Čidla byla kalibrována v klimatické komoře VÓTSCH VC 0060 spolu s přístrojem ALMEMO 2290-4.

Před, v průběhu a po každé fyzické zátěži byl sledovanému jedinci předložen dotazník o svých tepelných, vlhkostních a sensorických pocitech. Zároveň byl optán na fyzickou aktivitu a subjektivní hodnocení oděvu. Výsledky z dotazníků jsou zpracované a okomentované v kapitole 7.4. Samotné dotazníky lze nalézt v příloze č. 1 této práce.

6.1. Humitem

Senzory (obr. č. 20), které se přišívaly vždy na stejné místo z vnitřní strany na triko, byly umístěny v kapsičkách z paropropustného materiálu Neoshell. Senzor vykazuje odchylku měření pouze $\pm 0,3$ K a ± 2 % relativní vlhkosti při 25°C a odečitelnost 0,01 K a 1/25%. Měřicí jednotka je vybavena dvouosými digitálními senzory zrychlení a náklonu. Data z těchto digitálních senzorů poskytují informaci o typu pohybu (klid, chůze, běh) nebo přerušení (např. pád).



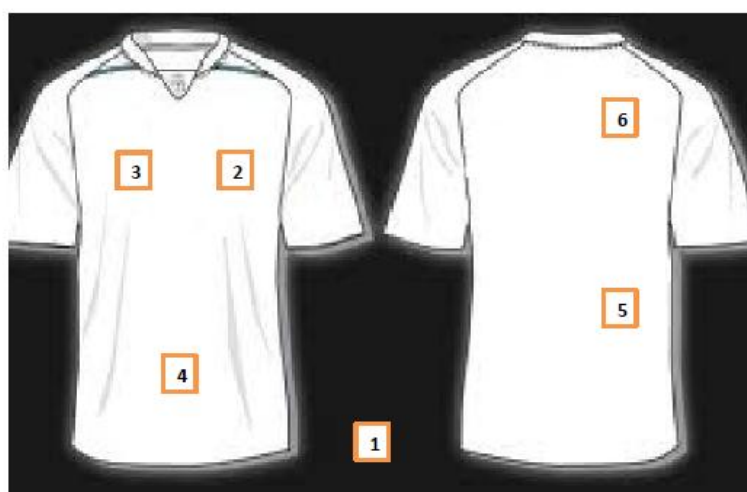
Obr. č. 20 Čidlo

Uživatelská aplikace HUMITEM byla vytvořena pro vizualizaci naměřených hodnot (teplota, vlhkost, zrychlení, náklon a stav měřicího přístroje). Tato bezdrátová jednotka (obr. č. 21) byla vyvinutá na TUL v Liberci ve výzkumném centru. Aplikace ukládá naměřené hodnoty do čtyř separátních souborů v CSV formátu (vhodný pro další zpracování v MATLABU nebo EXCELU), teplotu a vlhkost do prvních dvou,

zrychlení a náklon do třetího souboru a čas zaznamenává do čtvrtého souboru. Hlavní panel je navržena jako zásobník informačních a kontrolních panelů. Každý panel může být zobrazen nebo skryt v závislosti na nastavení uživatele. Ovládání měřicí jednotky jsou získávána a zaznamenávána mikroprocesorem a jsou přenášena za použití komerčního DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) modulu, který umožňuje komunikaci na vzdálenost půl kilometru v 1,9GHz radiovém kmitočtu. Data jsou přijímány přes druhý DECT modul a prostřednictvím USB jsou přehrávána do notebooku, kde se zobrazují v grafech. [31] Výsledky měření jsou vyhodnocené v softwaru MS Office.



Obrázek č. 21 Bezdrátová jednotka



Obrázek č. 22 Umístění čidel na triku

Na obrázku č. 22 je naznačeno, kde se nacházejí čidla na triku. Čidlo označené č. 1 je volné a slouží jako kontrolní čidlo prostředí. Čidlo č. 2, 3 a 4 je umístěné na předním dílu trika a 5, 6 jsou čidla upevněná na zadním dílu trika.

6.2. Kalibrace

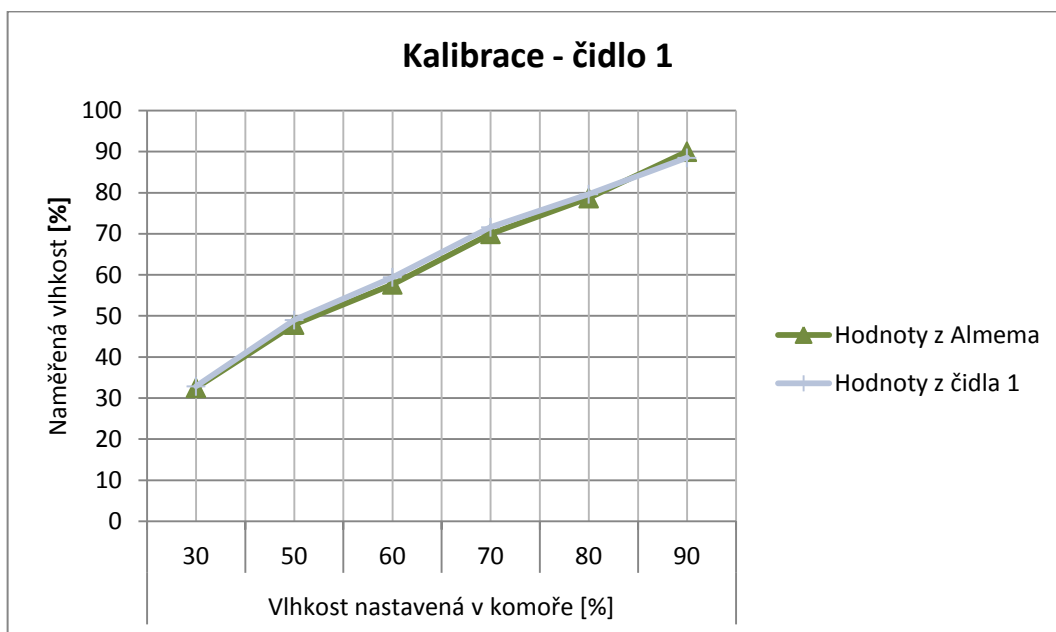
Senzory byly kalibrovány v klimatické komoře VÓTSCH VC 0060 (komora měří s odchylkou 3 %) a zároveň přístrojem ALMEMO 2290-4 (měří v rozsahu -20 až 0°C s přesností $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ a v rozsahu $0 - 70^{\circ}\text{C}$ s přesností $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) s kapacitním snímačem vlhkosti FH A646-1, který relativní vlhkost měří od 5 do 98 % s přesností 2 %. Teplotu vzduchu snímá od -20 do $+80^{\circ}\text{C}$. Teplota v komoře byla stále stejná a to 35°C .

Pro srovnání s přístrojem Humitem byly po celou dobu monitorovány venkovní teplotní a vlhkostní podmínky přístrojem Almemo 2290 – 4 (obr. č. 23), ke kterému bylo připojeno čidlo FH A 646 – 1.



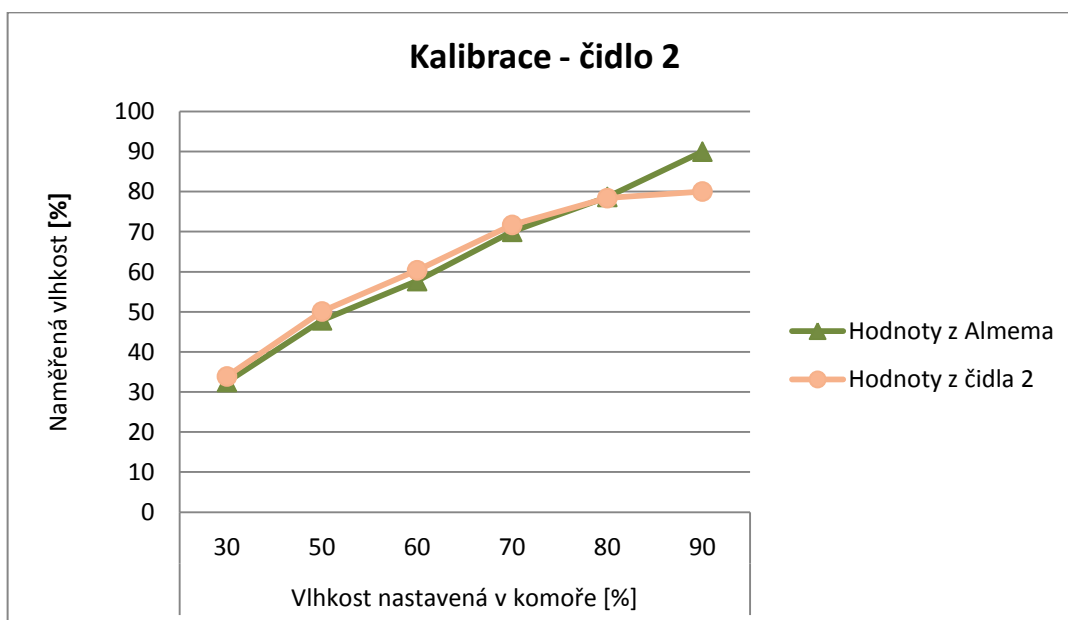
Obrázek č. 23 Almemo 2290 – 4 [32]

Obr. č. 24 Graf kalibrace 1. čidla



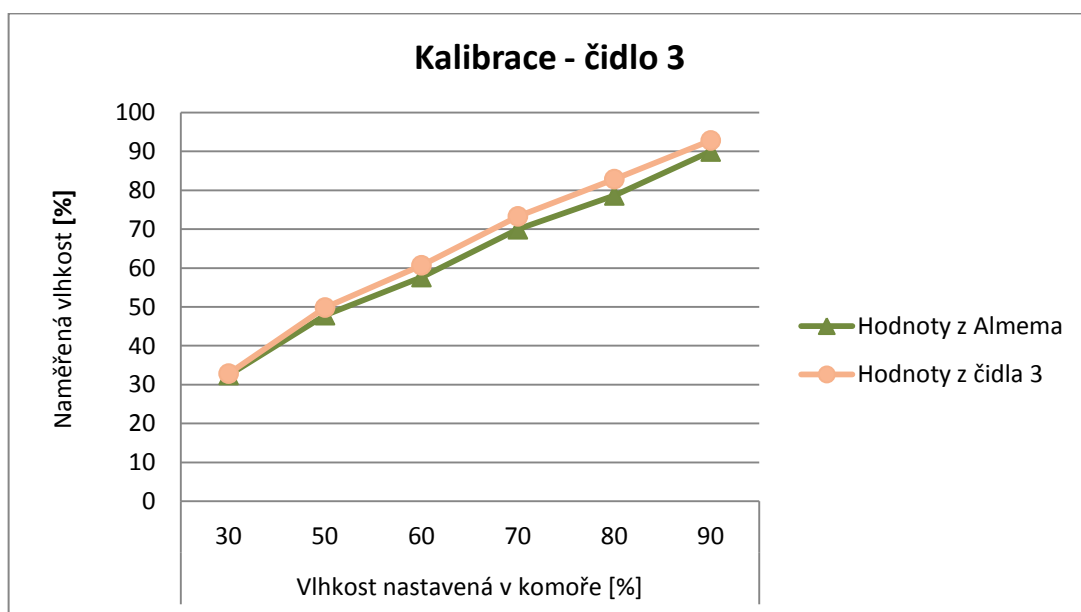
Obrázek č. 24 znázorňuje kalibraci 1. čidla. Největší rozdíl mezi hodnotami z Almema a hodnotami z čidla byl u nastavené 60% vlhkosti. Rozdíl činil 1,7 %.

Obr. č. 25 Graf kalibrace 2. čidla



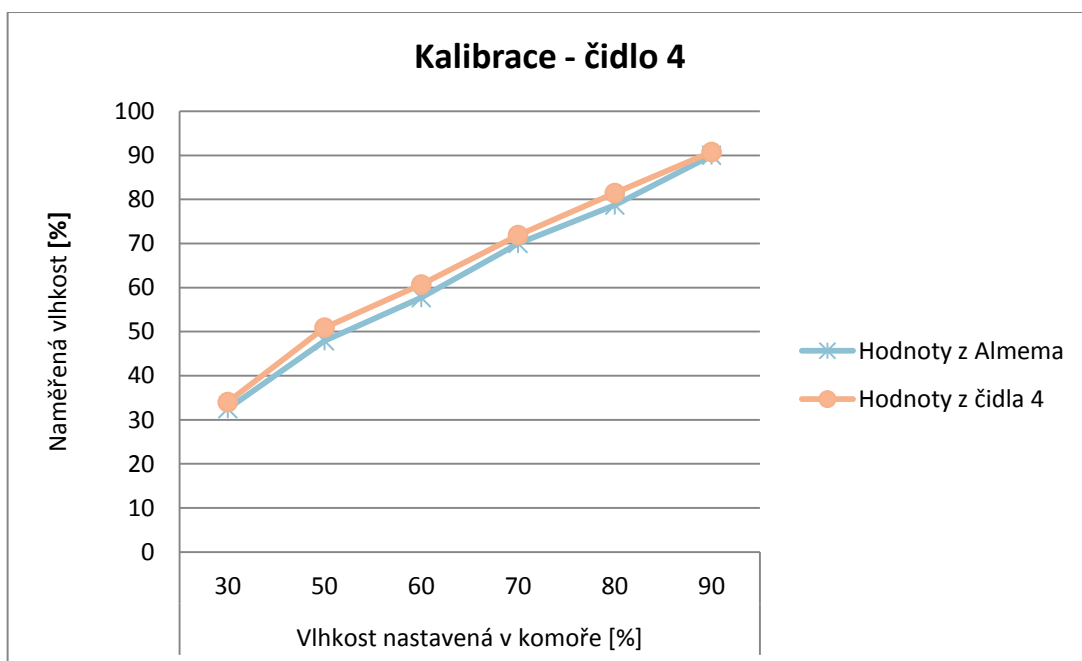
Největší rozdíl mezi hodnotami z Almema a hodnotami z čidla byl u nastavené 90% vlhkosti a to 9,9 %, jak znázorňuje obrázek č. 25.

Obr. č. 26 Graf kalibrace 3. čidla



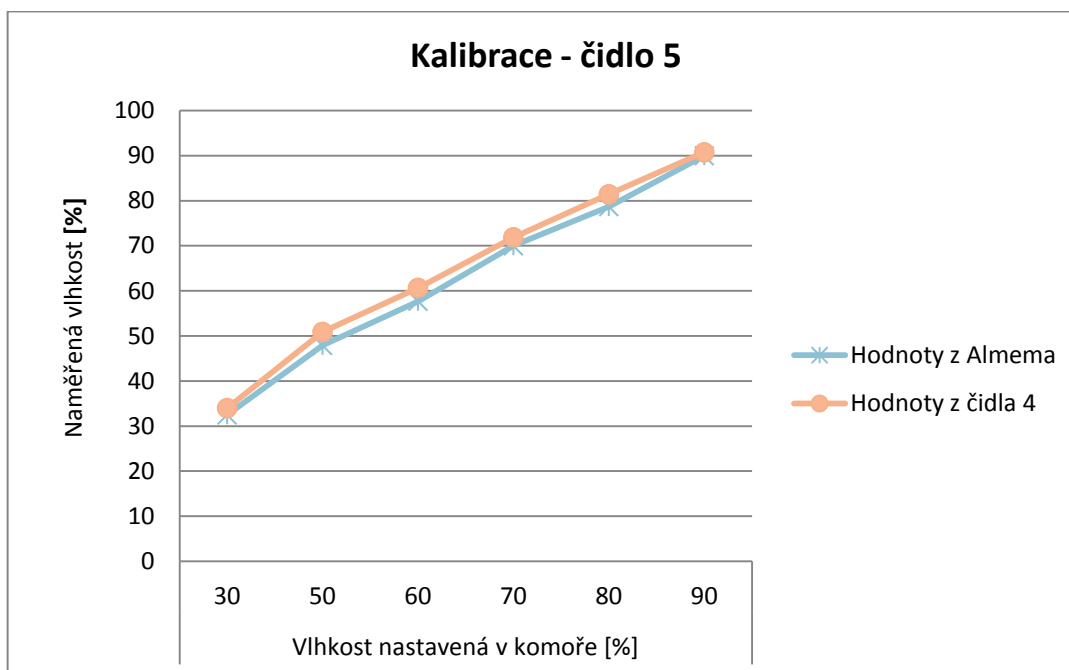
Jak lze vidět na obrázku č. 26, tak u čidla č. 3 byl největší rozdíl oproti hodnotám z Almema u nastavené 80% vlhkosti a to 4,2 %.

Obr. č. 27 Graf kalibrace 4. čidla



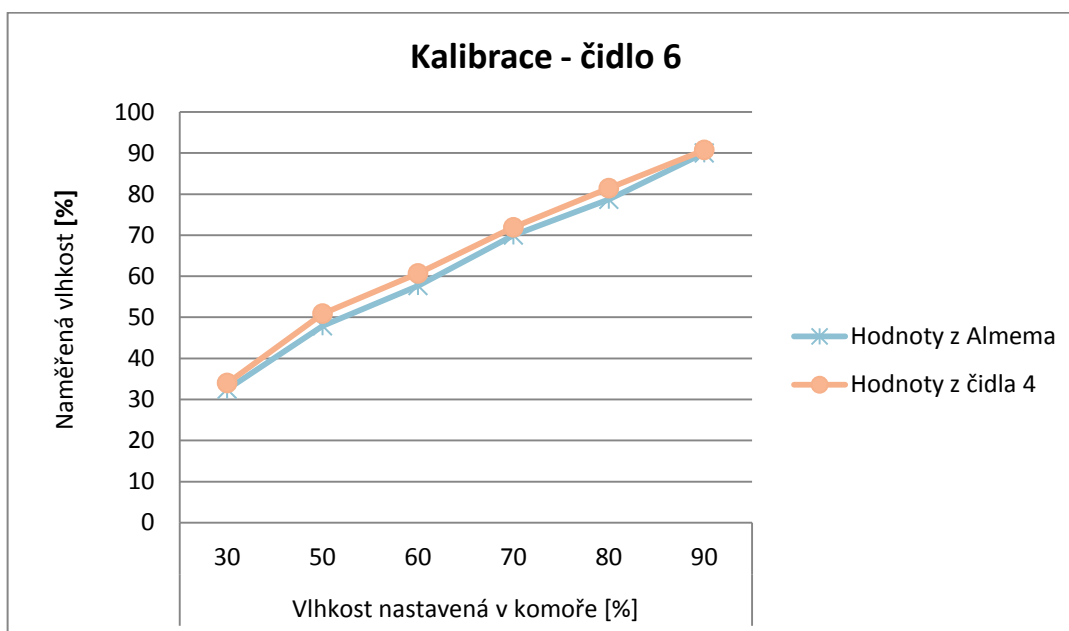
U nastavené 50% a 60% vlhkosti v komoře byl největší rozdíl mezi hodnotami z Almema a hodnotami z čidla. Rozdíl činil 3 %. Graf kalibrace 4. čidla je znázorněn na obrázku č. 27.

Obr. č. 28 Graf kalibrace 5. čidla



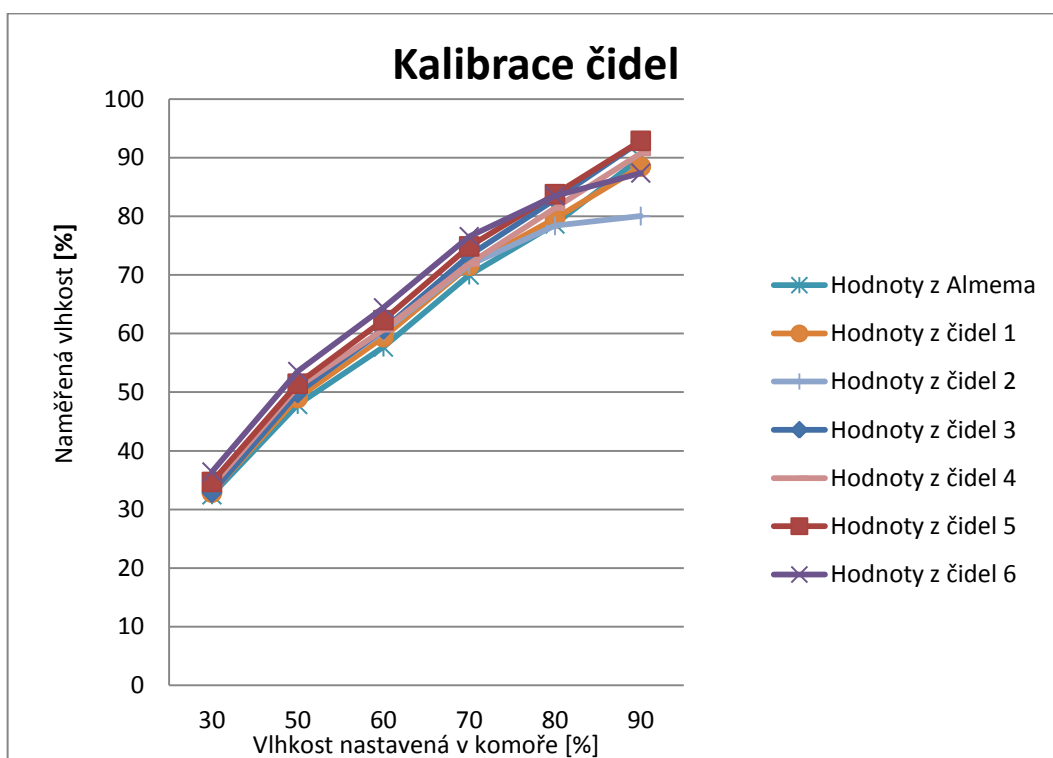
Obrázek č. 28 znázorňuje graf kalibrace 5. čidla. Největší rozdíl mezi hodnotami z Almema a hodnotami, které ukazovala čidla, byl u nastavené 80% vlhkosti v komoře. Rozdíl činil 5,1 %.

Obr. č. 29 Graf kalibrace 6. čidla



Obrázek č. 29 znázorňuje graf kalibrace 6. čidla. 6,7 % byl rozdíl u nastavené 60% vlhkosti komory.

Obr. č. 30 Graf kalibrace čidel



Na obr. č. 30 je zaznamenána kalibrace všech čidel.

Závěr: Na základě výše uvedených grafů a maximálních rozdílů hodnot naměřených jednotlivými čidly v porovnání s absolutní hodnotou, lze čidla považovat pro daný experiment za funkční a zkalibrovaná.

6.3. Stanovení tepové frekvence

Tepová frekvence je velmi ovlivnitelný, hlavní a nejčastěji používaný ukazatel krevního oběhu. Udává počet tepů (stahů) srdce za minutu. Reaguje přes stresové hormony na rozrušení, její zvýšení charakterizuje intenzitu zatížení. Nejčastěji se měří na vřetení tepně na zápěstí na tepně spánkové. Klidové hodnoty u dospělého člověka se pohybují kolem 70 tepů za minutu. V závislosti na trénovanosti jedince a intenzitě zátěže se tepová frekvence mění. Čím je člověk trénovanější, tím se klidové hodnoty snižují. Maximální hodnota tepové frekvence je hodnota individuální a závisí na věku. Maximální tepovou frekvenci lze vypočítat následovně: [33]

$$TF_{max} = 220 - \text{věk} \quad (7)$$

Pro kontrolu tepové frekvence byl v obou případech experimentu použit sporttester Suunto t6d, jež je znázorněn na obrázku č. 31.



Obr. č. 31 Suunto t6d [34]

Po odborné konzultaci s odborníky Laboratoře sportovní motoriky, Katedry tělesné výchovy, Fakulty přírodovědně humanitní a pedagogické byla pro experiment stanovena tepová frekvence 70 – 80 % maximální tepové frekvence. Při udržování daného rozsahu maximální tepové frekvence se člověk pohybuje v aerobním tréninku, při čemž se spalují tuky, buduje se vytrvalost a větší odolnost proti únavě.

6.4. Vyhodnocení dotazníků sledující smyslového vnímání oděvního komfortu

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit první vrstvu oděvu na základě pocitů, které měl sledovaný jedinec před, v průběhu a po každé fyzické zátěži. Tehdy byl vyplněn dotazník, který obsahoval pět otázek. Otázky se týkaly následujících parametrů:

- ❖ tepelné pocity (kritéria hodnocení – tepelná vnímavost, prodyšnost)
- ❖ vlhkostní pocity (kritéria hodnocení – navlhavost)
- ❖ senzorické pocity (kritéria hodnocení – pichlavost, šustivost)
- ❖ fyzická aktivita (kritéria hodnocení – neunaven, mírná nebo zvýšená únava, vyčerpán)

- ❖ subjektivní hodnocení oděvu probandem (kritéria hodnocení – pohodlí, zda má jedinec příjemný pocit, zda se triko lepí na tělo nebo zda má pocit mokra)

Každá otázka byla hodnocena na škále od 1 do 10. Všechny vyplněné dotazníky je možné shlédnout v příloze č. 1 této práce.

6.4.1. První část experimentu provedená v klimatizované místnosti

První část experimentu, byla provedena v klimatizované místnosti na katedře oděvnictví Technické univerzity v Liberci (obr. č. 32). Před testem se v místnosti nastavila teplota $21 \pm 0,5$ °C. Vlhkost místnosti byla na počátku fyzické zátěže nastavena na $62 \pm 2\%$. Fyzická zátěž spočívala v jízdě na stacionárním kole po dobu 45 min. S ohledem na maximální tepovou frekvenci a věk sledovaného jedince se jednalo o 135 – 145 tepů za minutu.



Obr. č. 32 Testování triček v klimatizované místnosti

Všechny důležité informace o sledovaném jedinci jsou uvedeny v tabulce č. 6

Tab. č. 6 Údaje o sledovaném jedinci (klimatizovaná místnost)

Věk	30 let
Váha	56 kg
Výška	169 cm
Maximální spotřeba kyslíku	50 ml/kg/min
Maximální tepová frekvence	190 t/min

Pro experiment byly vybrány 4 druhy trik různého materiálového složení a tloušťky pleteniny. Přehled je uveden v tabulce č. 7.

Tab. č. 7 Testovaná trika v klimatizované místnosti

Materiál	Tloušťka pleteniny [mm]
100 % vlna Merino	0,92
100% polypropylen	1,42
100% polyester	0,55
80% bavlna, 20 % polyamid	0,58

Pozn. Tloušťka pleteniny byla zjištěna podle normy ČSN EN ISO 5084

Před každým měřením byly na trika umístěny senzory a toto triko bylo ponecháno v klimatizované místnosti při nastavené teplotě a vlhkosti. Sledovaný jedinec měl za úkol připevnit na hrudník měřicí pás, který sleduje srdeční frekvenci a údaje zaznamenává do sporttesteru Suunto t6d. Následně zůstal v klidu v místnosti po dobu 30ti minut. Poté bylo navázáno spojení programu Humitem s bezdrátovou jednotkou pro záznam vlhkostních a teplotních čidel. Data byla po celou dobu fyzické zátěže automaticky zaznamenávána do počítače a následně byla zpracována. Pro lepší porovnání výsledků byly grafy teploty a vlhkosti rozděleny do pěti částí po deseti minutách.

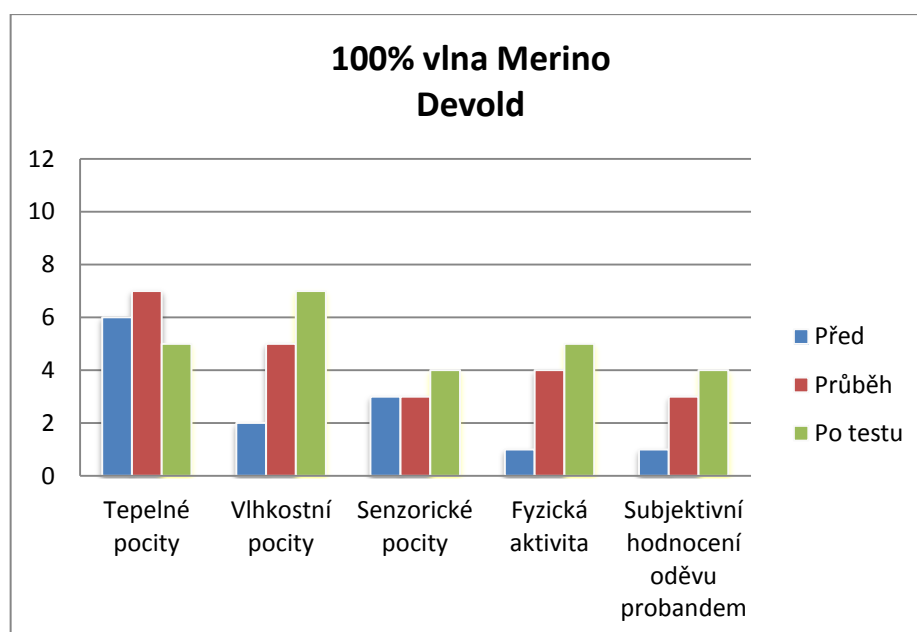
Testovaná trika:

- ❖ 100% vlna Merino značky Devold

Triko bylo testované za následujících podmínek:

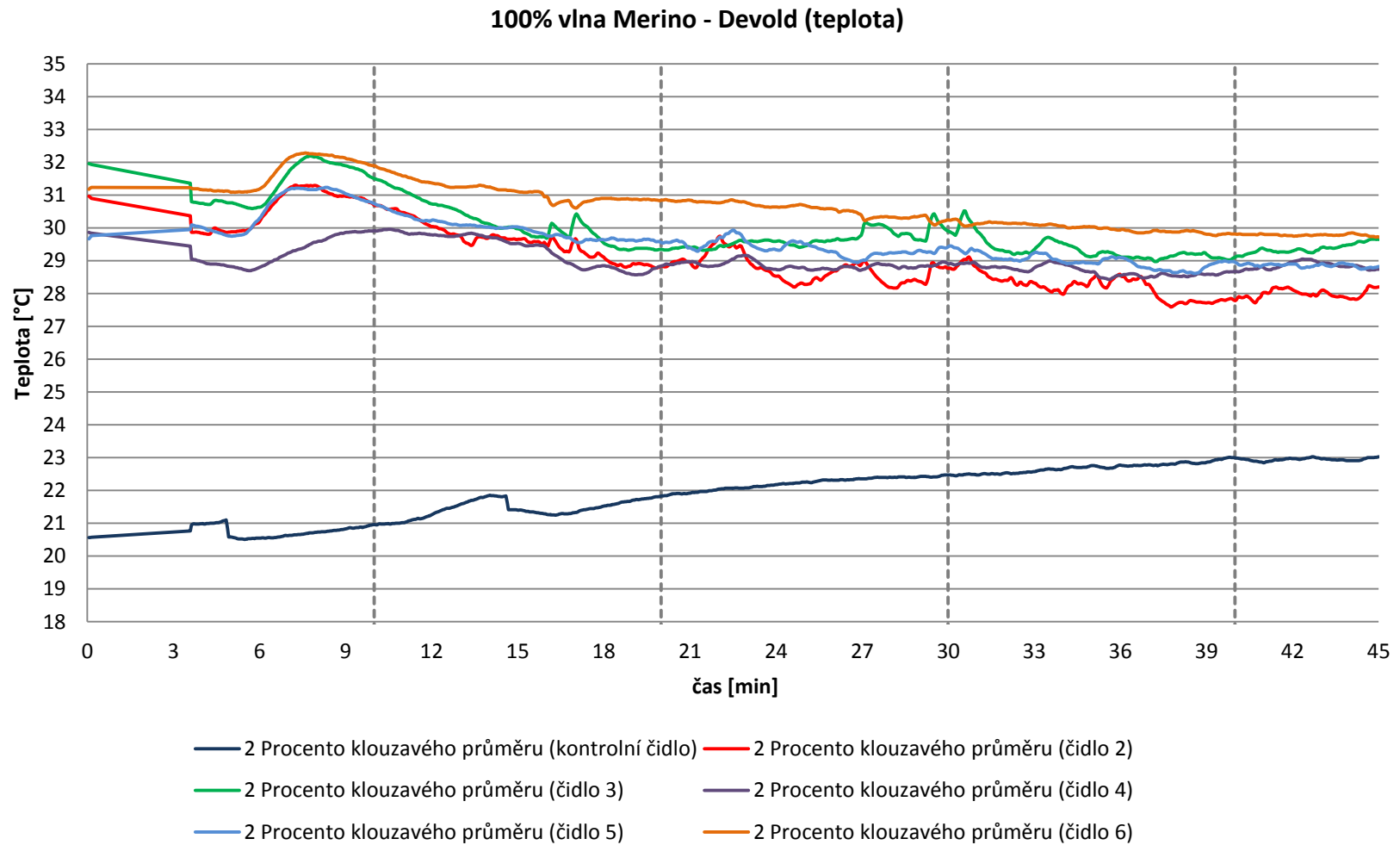
- průměrná teplota v místnosti: 21,9 °C
- průměrná vlhkost v místnosti: 59,3 %
- celkový čas: 45 min

Obr. č. 33 Vyhodnocení dotazníku – 100% vlna Merino

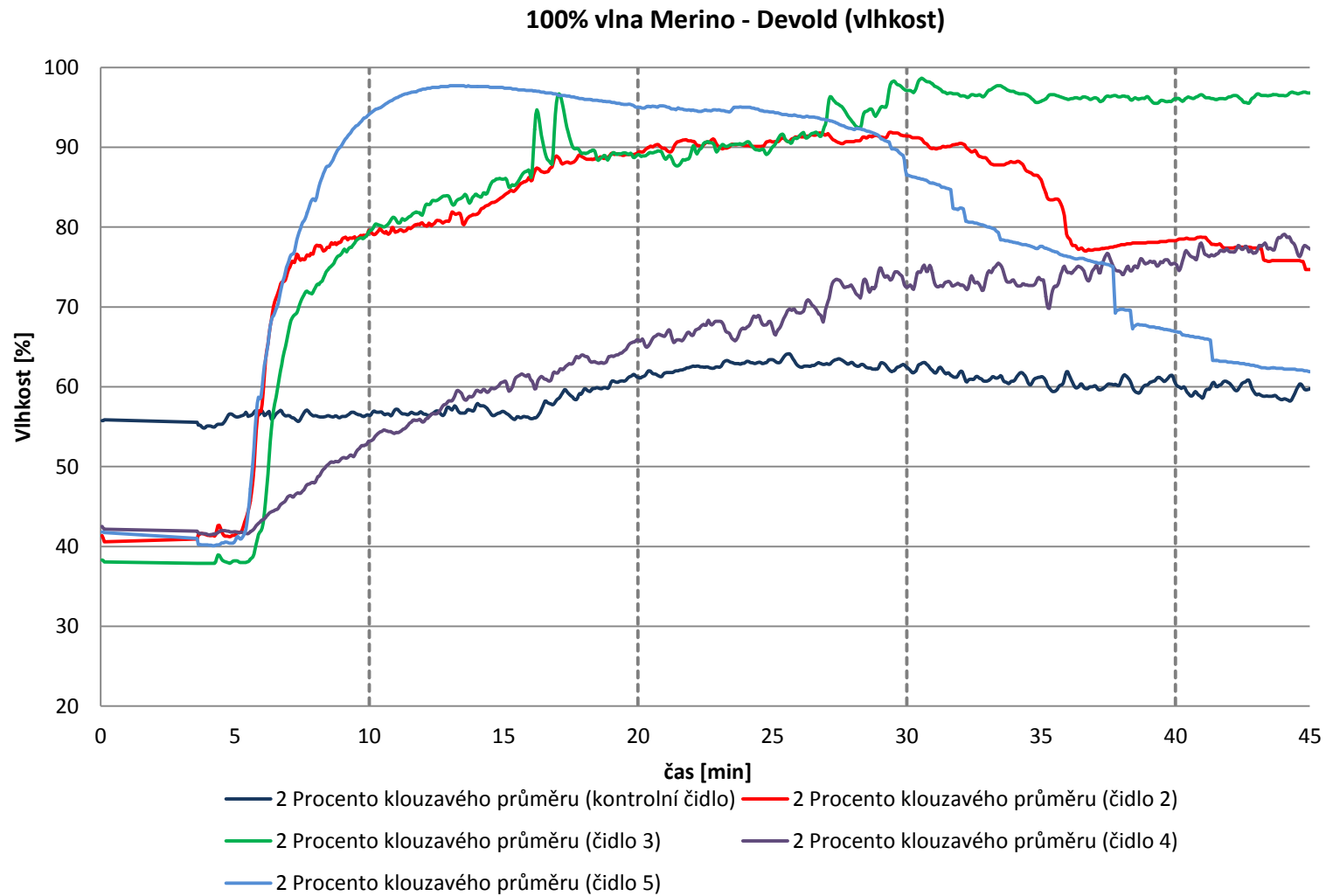


Podle odpovědí v dotazníku bylo triko před, v průběhu i po testu příjemné na těle, a celkově působilo velmi příjemně. Proband neměl při jeho nošení nepříjemné pocity. Na konci fyzické zátěže měl sledovaný jedinec výrazné vlhkostní pocity a teplé tepelné pocity, ale i přes to, senzorické pocity byly neutrální. Obr. č. 33 znázorňuje odpovědi / hodnocení sledovaného jedince před, v průběhu a po fyzické zátěži, viz příloha 1.

Obr. č. 34 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% vlna Merino)



Obr. č. 35 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% vlna Merino)



Graf teploty:

V prvních minutách zátěže, kdy se sledovaný jedinec dostával na stanovenou tepovou frekvenci (135 – 145 tepů/min), měla všechna čidla, která byla umístěná na přední straně trika (tj. čidlo 2, 3, 4), plynulou klesající tendenci. Pokles činil řádově o 0,5 °C (z původních 29,9 – 32 °C). Následoval další skokový pokles o 0,5 °C ve čtvrté minutě. Od čtvrté do šesté minuty byly zaznamenány jen malé teplotní rozdíly. Od šesté minuty začala teplota na všech měřených místech stoupat o 1,5 °C. V osmé minutě byly zaznamenány maximální hodnoty čidel 2 (oblast srdce), 3 (pravá část hrudníku) 5 (dolní polovina zad) a 6 (oblast lopatek). Čidlo č. 4 (oblast břicha) zaznamenalo maximální teplotu v desáté minutě. Následoval pokles teploty u všech čidel, který setrval do konce měření. Čidlo č. 5 (dolní polovina zad) a č. 6 (oblast lopatek) snímající teplotu se od počátku do šesté minuty příliš neměnilo. V šesté minutě zaznamenaly nárůst teploty o 1,5 °C.

Z klesajícího průběhu všech křivek lze usuzovat, že triko ze 100% vlny Merino dobře odvádí teplo z mikroklimatu a nastává tedy ochlazení vlivem odpařování potu.

Graf průběhu teploty mikroklimatu snímáné všemi čidly je zobrazen na obr. č. 34. Tabulka č. 8 znázorňuje maximální a minimální hodnoty teploty mikroklimatu, jejich rozdíl a průměrnou teplotu na sledované oblasti těla od šesté minuty zátěže.

Tab. č. 8 Údaje o teplotě - 100% vlna Merino

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	31,3	28,2	3,1	29
3	32,2	29,7	2,5	29,9
4	30	28,7	1,3	29
5	31,2	28,8	2,4	29,6
6	32,3	29,8	2,5	30,6

Nejvyšší teplota byla zaznamenána čidlem č. 6 (oblast lopatek), na tomto místě byla i nejvyšší průměrná teplota. Naopak nejnižší teplota byla v oblasti srdce (čidlo č. 2), kde byl zaznamenán i největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Nejnižší průměrná teplota byla zaznamenána v oblasti břicha a srdce.

Graf vlhkosti:

Na počátku testu všechna čidla vykazovala vlhkost $40 \% \pm 3 \%$. Tato hodnota se neměnila do šesté minuty, kdy všechny hodnoty začaly prudce stoupat. Tento prudký nárůst souvisí se zvyšující se fyzickou aktivitou, kdy se jedinec dostával na danou tepovou frekvenci a tudíž se i zvyšovala vlhkost pod trikem.

Nejvyšší hodnota vlhkosti (98 %) byla zaznamenána u čidla č. 6 (oblast lopatek) v jedenácté minutě. Tato křivka následně klesala až na konečných 31 %. Na křivce jsou úseky (33. a 42. minuta měření), kde je skokový pokles vlhkosti řádově o 10 %. Tento fakt může být způsoben pohnutím čidla a zároveň jeho odchlípnutím od těla. Hodnoty a následně výsledky by nebyly směrodatné, proto byla křivka z grafu odstraněna.

Klesající tendenci má křivka čidla č. 5 (umístěné v oblasti dolní poloviny zad) a křivka čidla č. 2 umístěného na přední straně trika v oblasti srdce. Čidlo umístěné v oblasti břišní vykazovalo hodnoty se stoupajícím trendem po celou dobu měření. Z původních 43 % vlhkosti se vyšplhalo až na 77 %. Stejný průběh měly i hodnoty, které zaznamenalo čidlo č. 3 umístěné na předním dílu trika v pravé části hrudníku. Na konci testu byla zaznamenána 97% vlhkost z původních 37 % na počátku testu.

Graf průběhu vlhkosti mikroklimatu snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 35. Tabulka č. 9 znázorňuje maximální a minimální hodnoty vlhkosti, jejich rozdíl a průměrnou vlhkost na sledované oblasti těla od šesté minuty zátěže.

Tab. č. 9 Údaje o vlhkosti - 100% vlna Merino

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	93	74	19	83,4
3	97	33	-64	88,9
4	77	43	-34	66,5
5	97	62	35	84,5

Dvě čidla ze čtyř vykazovala klesající průběh hodnot vlhkosti. Tato čidla se nacházela v oblasti dolní poloviny zad (čidlo č. 5) a na přední straně v oblasti srdce (čidlo č. 2). Přičemž nejvýraznější pokles byl zaznamenán v oblasti dolní poloviny zad (čidlo č. 5) Na tomto místě byla naměřena i nejvyšší 97% vlhkost, která byla zaznamenána i na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3). Nejnižší vlhkost po ukončení fyzické zátěže byla zaznamenána v oblasti dolní poloviny zad (čidlo č. 5). Žlutá barva

v tabulce znázorňuje rostoucí vlhkost po celou dobu fyzické zátěže. Nejvyšší průměrná vlhkost byla zaznamenaná u čidla č. 3 (pravá strana hrudníku) a nejnižší průměrná vlhkost byla v oblasti břicha.

Shrnutí:

Prvních šest minut fyzické zátěže teplota mikroklimatu na přední části těla mírně klesala, oproti zadní části těla, kdy zůstala konstantní bez větších změn. Šestimínutový interval, kdy se teplota výrazně neměnila, je způsoben nízkou tepovou frekvencí, na kterou se sledovaný jedinec pravděpodobně dostal až v oné šesté minutě, kdy teplota začala na všech sledovaných místech stoupat a to v průměru o 1,5 C. Následně měla teplota mikroklimatu u trika ze 100% vlny Merino klesající tendenci po celou dobu průběhu fyzické zátěže. Lze tedy říci, že triko ze 100% vlny Merino dobře odvádí přebytečné teplo.

Podle vyplněného dotazníku, který byl sledovanému jedinci předložen před, v průběhu i po testu, se v triku cítil dobře. Neměl ani studené ani příliš teplé pocity. Organismus se tedy v oděvu nepřehříval a dobře odváděl již zmiňované přebytečné teplo. Docházelo k ochlazování vlivem odpařování vlhkost, ke kterému je třeba výparném teplo.

Vlhkost na všech sledovaných místech těla zůstala do šesté minuty bez výrazných změn od 40 % \pm 3 %, což je hodnota, kdy se člověk cítí pohodlně. Téměř nulové změny jsou způsobeny nízkou fyzickou zátěží a klidovým režimem, který měl sledovaný jedinec před testem. Z grafu je zřejmé, že nárůst vlhkosti na všech sledovaných místech těla byl až v šesté minutě, kdy vlhkost extrémně stoupala.

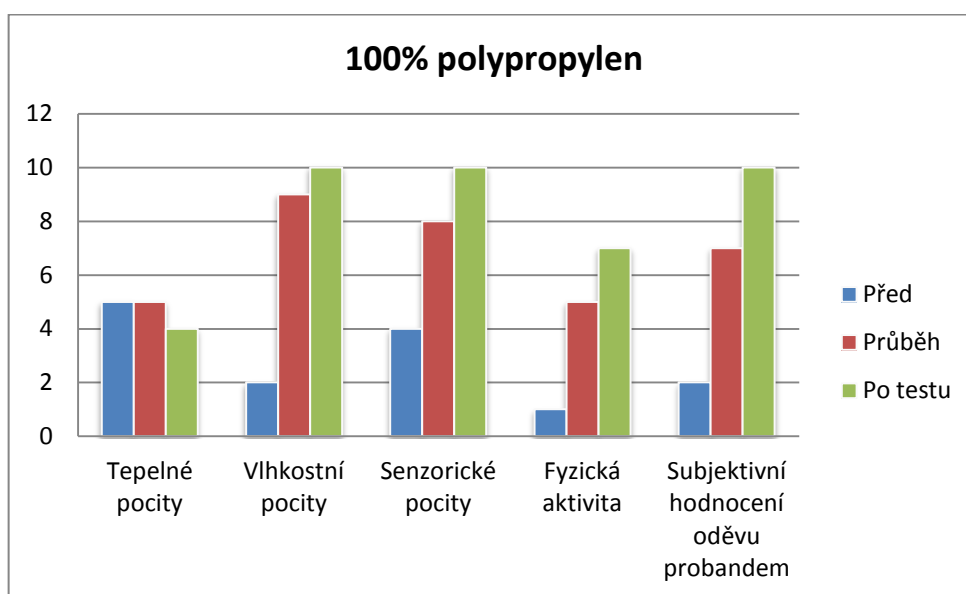
Z vyplněného dotazníku je patrné, že sledovaný jedinec měl mírné vlhkostní pocity v průběhu testu. Po ukončení fyzické zátěže tyto pocity byly výrazné, ale i přesto triko nezpůsobilo nepříjemné pocity. Proband po ukončení testu označil triko jako neutrální, které se lepí na tělo jen místy.

❖ 100% polypropylen

Triko bylo testované za následujících podmínek:

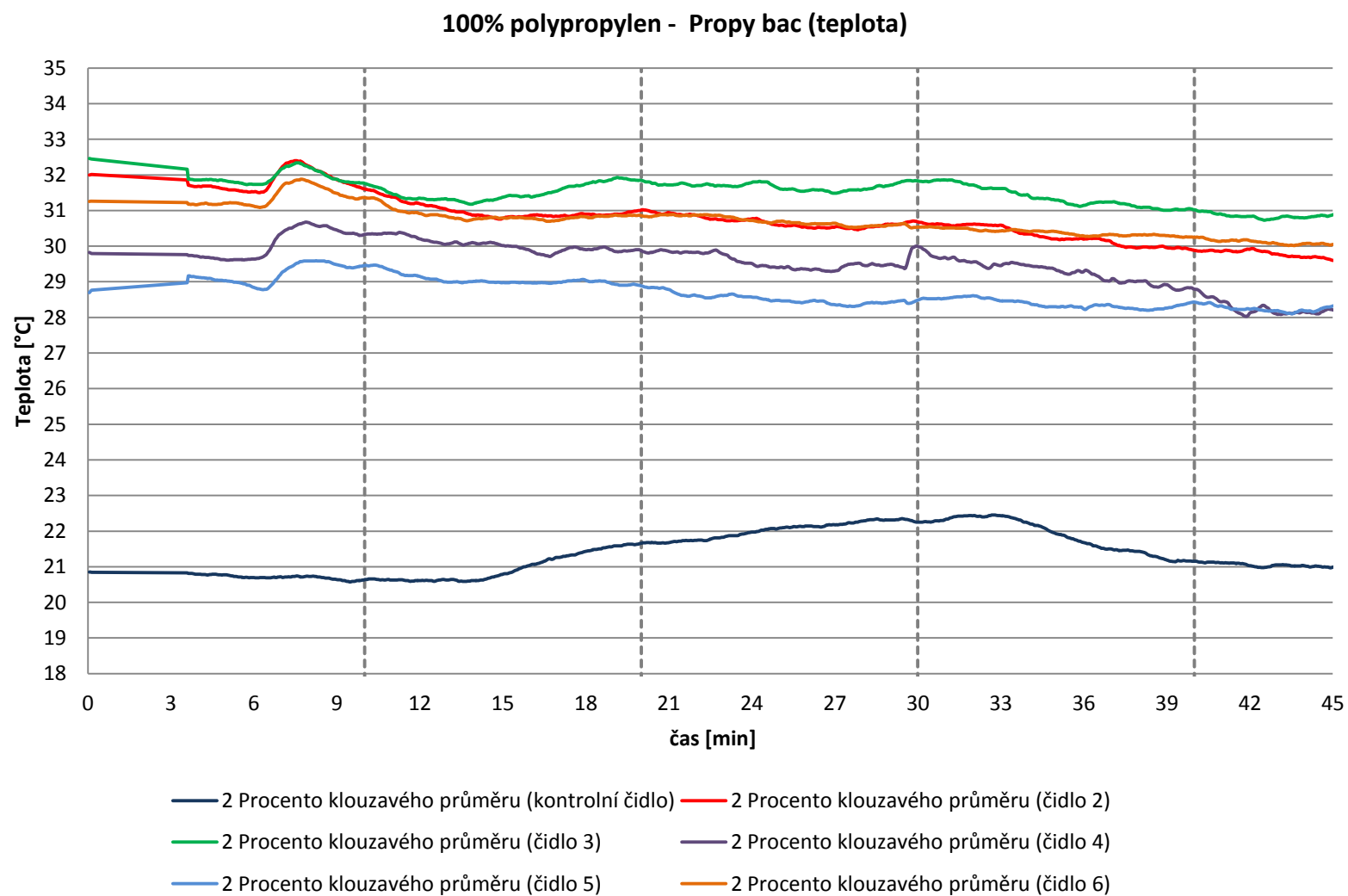
- průměrná teplota v místnosti: 21,4 °C
- průměrná vlhkost v místnosti: 60,04 %
- celkový čas: 45 min

Obr. č. 36 Vyhodnocení dotazníku – 100% polypropylen

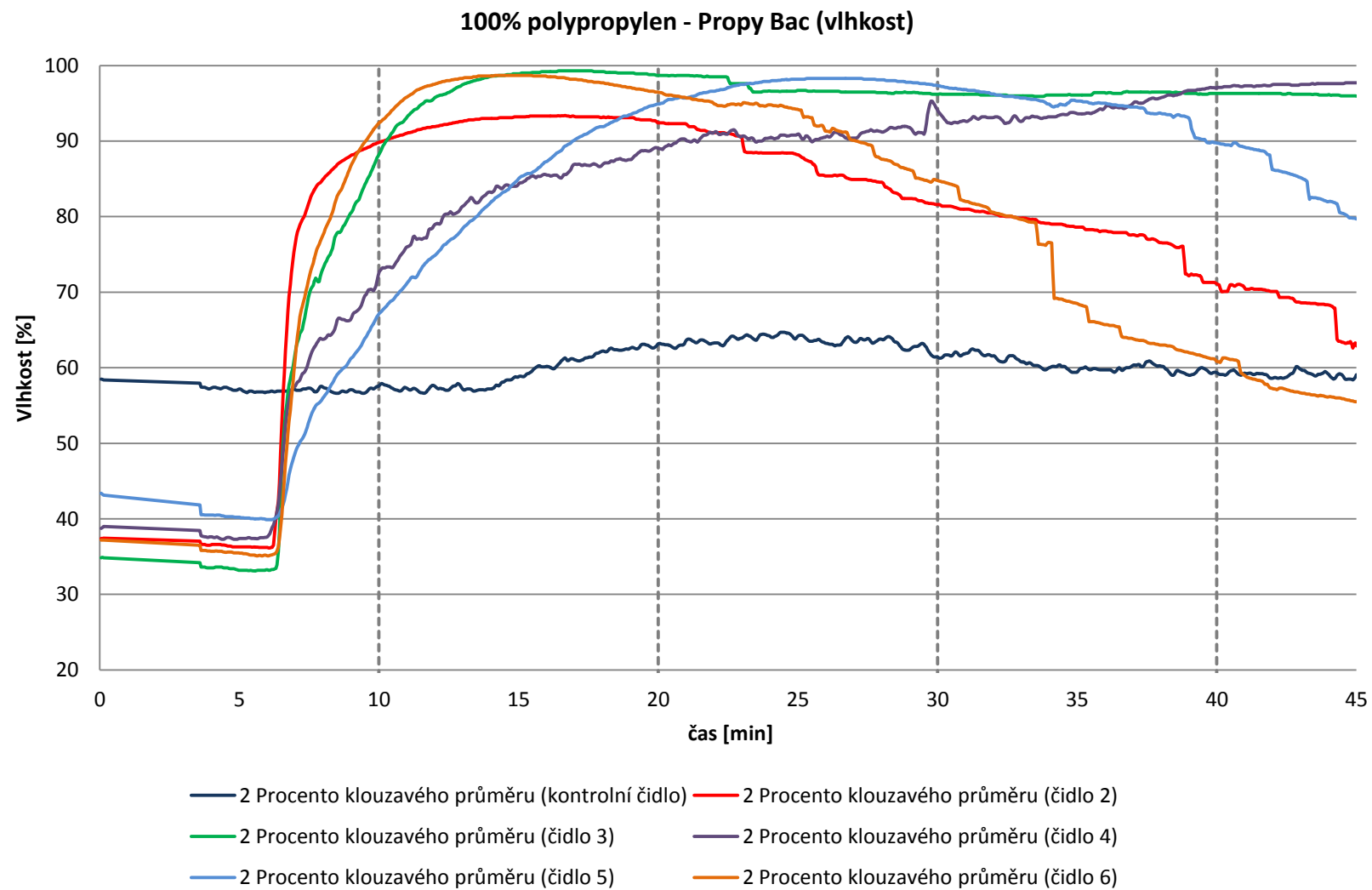


Graf č. 36 znázorňuje odpovědi sledovaného jedince na škále od 1-10. Proband odpovídal před, v průběhu a po testu. Triko ze 100% polypropylenu dosáhlo nejhoršího ohodnocení, co se týče subjektivního hodnocení, vlhkostních a sensorických pocitů, a to po ukončení zátěže. Celkové subjektivní pocity proband označil jako nepříjemné. Triko se lepilo na tělo a jedinec měl výrazný pocit mokra již v průběhu testu. Co se týče sensorických pocitů, byly na počátku neutrální. V průběhu testu (tj. po 20 min.) už byly mírně nepříjemné a na konci testu byly nepříjemné. Naopak tepelné pocity byly na počátku i v průběhu testu stejné. Sportovec nepociťoval ani teplo ani stud. Po ukončení testu měl studený pocit.

Obr. č. 37 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polypropylen)



Obr. č. 38 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polypropylen)



Graf teploty:

Nejvyšší teplota na počátku testu i celém průběhu byla zaznamenána na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3). Do čtvrté minuty teplota klesla řádově o 0,2 °C, stejně tak jako teplota měřená čidlem č. 2 (oblast srdce). Mírně klesající tendenci teploty zaznamenalo i čidlo č. 4 (oblast břicha). Oblast dolní poloviny zad se do čtvrté minuty oteplila o 0,2 °C. Od čtvrté do šesté minuty zátěže se teplota snižovala v průměru o 0,2 C. Do šesté minuty nebyl zaznamenán žádný velký výkyv vlhkosti. Jedná se o dobu, kdy se tělo zahřívalo zvyšující se zátěží, a jedinec se dostával na požadovanou tepovou frekvenci. V sedmé minutě vykazovala všechna čidla maximální teplotu. Křivky měly pozvolnou klesající tendenci, z čehož lze uvažovat, že triko odvádí přebytečné teplo a nedochází k přehřívání těla.

Graf průběhu teploty mikroklimatu snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 37. Nejvyšší a nejnižší hodnoty teploty jednotlivých čidel naměřené po ukončení fyzické zátěže jsou uvedeny v tabulce č. 10, kde je zároveň uveden i rozdíl mezi nimi a průměrná teplota od sedmé minuty zátěže, kdy všechna čidla dosáhla svého maxima.

Tab. č. 10 Údaje o teplotě - 100% polypropylen

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	32,5	29,6	2,9	30,7
3	32,5	30,9	1,6	31,5
4	30,7	28,2	2,5	29,5
5	29,6	28,3	1,3	28,7
6	31,9	30	1,9	30,7

Nejvyšší teplota byla v oblasti hrudníku na pravé (čidlo č. 3) i levé straně (čidlo č. 2), kdy teplota dosahovala 32,5 °C. Křivky těchto čidel následně klesaly s mírnými výkyvy po celou dobu testu. Naopak nejnižší hodnotu (28,2 °C) po ukončení testu zaznamenalo čidlo č. 4 umístěné na triku v oblasti břicha. Největší rozdíl 2,9 °C byl zjištěn v oblasti srdce. Nejvyšší průměrná teplota mikroklimatu od šesté minuty zátěže byla naměřena na pravé straně hrudníku. Naopak nejnižší průměrná teplota byla zaznamenána v oblasti břicha.

Graf vlhkosti:

Na počátku fyzické zátěže se vlhkost, kterou vykazovala čidla, pohybovala od 35 % do 44%, což je oblast, kdy člověk cítí pohodlí. Do třetí minuty zátěže vlhkost všech sledovaných částí těla klesla o 0,2 %. Následovalo skokové snížení teploty od 0,1 do 0,2 %. Do 6 minuty vlhkost klesala o dalších 0,1 %. Interval šesti minut lze označit za dobu, kdy se sledovaný jedinec dostával na stanovenou tepovou frekvenci. Od šesté minuty vlhkost prudce stoupala na všech sledovaných částech těla. Čtyři čidla z pěti zaznamenala po zbytek testu klesající hodnoty vlhkosti. Tato čidla se nacházela v oblasti lopatek (čidlo č. 6), v oblasti srdce (čidla č. 2) a v oblasti dolní poloviny zad (čidla č. 5). Mírná klesající vlhkost byla zaznamenána u čidla č. 3 (pravá strana hrudníku). Oblast břicha (čidlo č. 4) bylo jediné místo, kde vlhkost po celou dobu fyzické zátěže stoupala z původních 38 % v šesté minutě až na konečných 97 %.

Graf průběhu vlhkosti mikroklimatu snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 38. Maximální a minimální hodnoty vlhkosti, jejich rozdíl a průměrná vlhkost mikroklimatu naměřená jednotlivými čidly je zaznamenána v tabulce č. 11.

Tab. č. 11 Údaje o vlhkosti - 100% polypropylen

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	93	63	30	83,2
3	99	96	3	94,3
4	97	38	-59	87,8
5	98	80	18	87,5
6	98	56	42	81,9

Čidlo č. 3 (pravá strana hrudníku) zaznamenalo maximální hodnotu vlhkosti 99 % v 15té minutě fyzické zátěže. Tato oblast zároveň měla nejvyšší průměrnou vlhkost vůbec. Po ukončení testu byla vlhkost jen o 3 % nižší. Oblast břicha (čidlo č. 4) bylo jediné místo, kde vlhkost po celou dobu fyzické zátěže stoupala z původních 38 % v šesté minutě až na konečných 97 %. Nejnižší hodnota vlhkosti po ukončení testu byla zaznamenána v oblasti lopatek (čidlo č. 6). Toto čidlo zaznamenalo i největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Nejnižší průměrná vlhkost byla zaznamenána v oblasti srdce.

Shrnutí:

První čtyři minuty fyzické zátěže teplota mikroklimatu na přední části těla (pravá i levá strana hrudníku, břicho) mírně klesala, oproti zadní části těla, kde v oblasti lopatek zůstala konstantní bez větších změn a v oblasti dolní poloviny zad mírně stoupala. Po následující dvě minuty teplota mírně klesala na všech sledovaných částí těla. Šestimínutový interval, kdy se teplota výrazně neměnila, je způsoben nízkou tepovou frekvencí, na kterou se sledovaný jedinec dostal až v šesté minutě, kdy teplota začala na všech sledovaných místech stoupat až do sedmé až osmé minuty, kdy dosahovaly teploty na všech čidlech svého maxima. Od této fáze měla teplota mikroklimatu u trika ze 100% polypropylenu klesající tendenci po celou dobu průběhu fyzické zátěže.

Podle vyplněného dotazníku, který byl sledovanému jedinci předložen před, v průběhu i po testu, měl spíše chladnější pocity. Organismus se v oděvu nepřehříval a dobře odváděl přebytečné teplo. Ochlazování je způsobené odpařováním vlhkosti z mikroklimatu.

Čtyři čidla z pěti vykazovala klesající průběh vlhkosti. Tato čidla se nacházela v oblasti lopatek i spodní části zad. Na přední straně v oblasti hrudníku na pravé i levé straně. Oblast břicha (čidlo č. 4) bylo jediné místo, kde vlhkost po celou dobu fyzické zátěže stoupala.

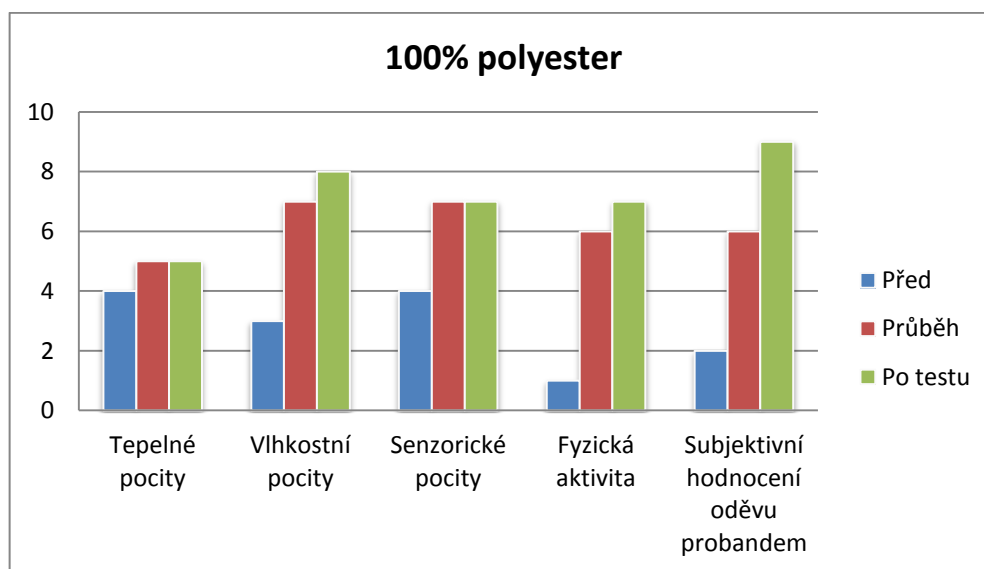
Sledovaný jedinec již v průběhu testu (tj. po 20ti minutách) označoval vlhkostní pocity za téměř extrémní. Po ukončení fyzické zátěže cítil na těle extrémní vlhkost

❖ **100 % polyester značky Adidas.**

Tloušťka pleteniny byla 0,55 mm a podmínky pro měření byly následující:

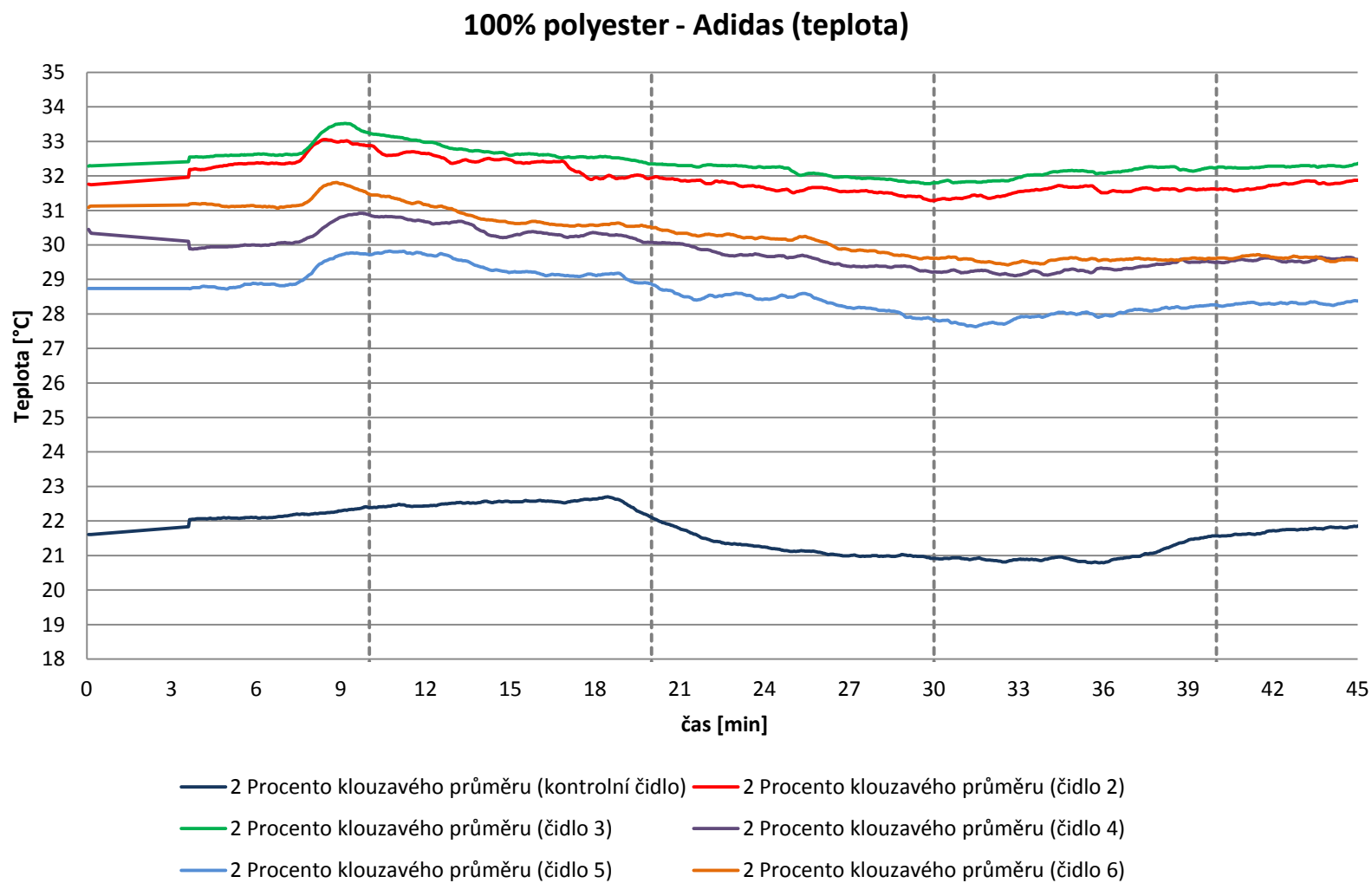
- průměrná teplota v místnosti: 21,7 °C
- průměrná vlhkost v místnosti: 60,4 %
- celkový čas: 45 min

Obr. č. 39 Vyhodnocení dotazníku – 100% polyester

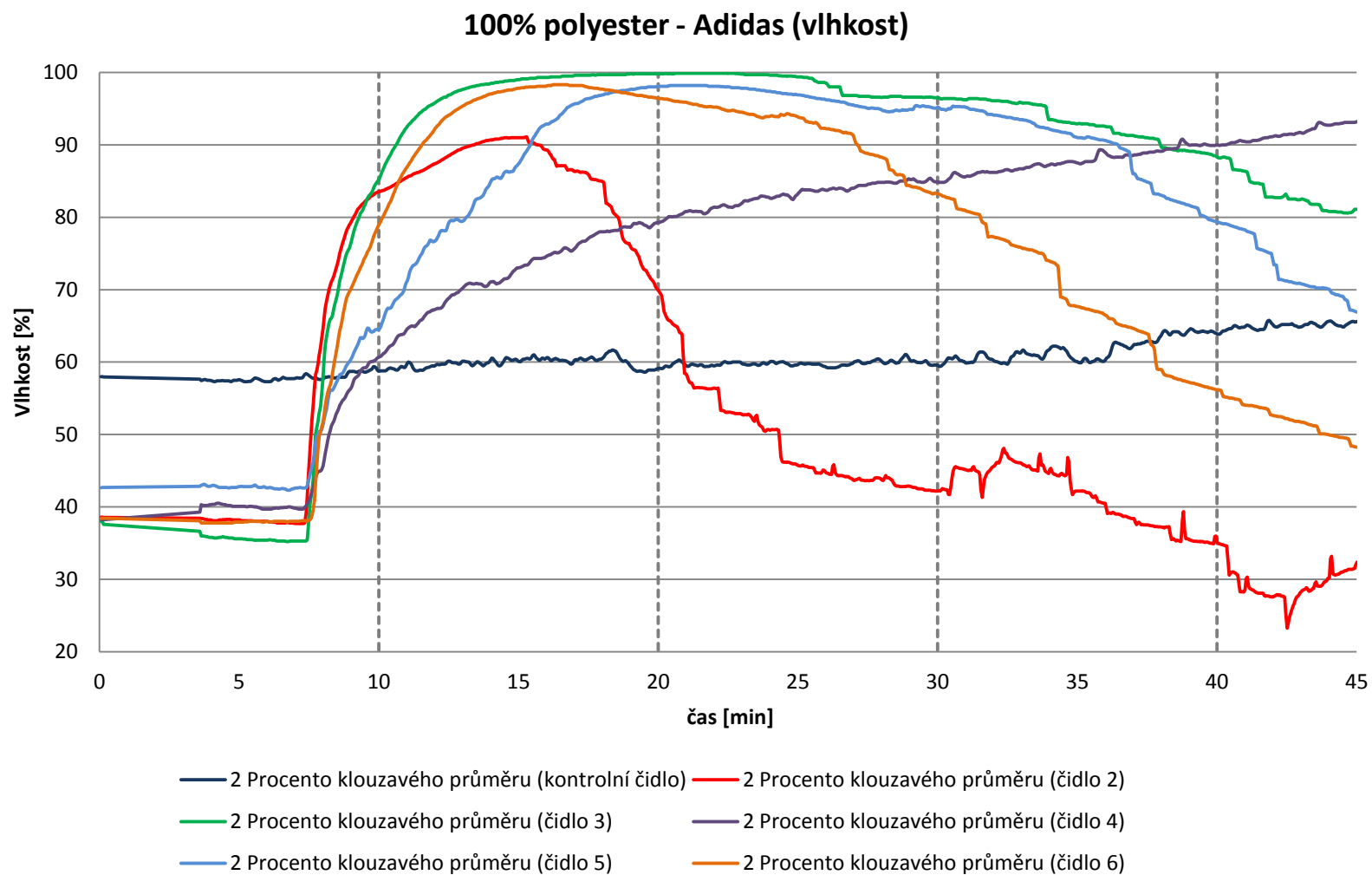


Obrázek č. 39 znázorňuje odpovědi sledovaného jedince před, v průběhu a po fyzické zátěži. Před testem jedinec označil triko ze 100% polyesteru jako neutrální, které se nelepí na tělo. Tepelné pocity v průběhu i po ukončení testu byly spíše studené. V průběhu testu se dostavil výrazný pocit vlhka doprovázený mírnou nepříjemností. Po ukončení testu měl proband nepříjemný pocit lepícího se trika a výrazný pocit vlhka. Senzorické pocity byly v průběhu testu i po jeho ukončení mírně nepříjemné.

Obr. č. 40 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polyester)



Obr. č. 41 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polyester)



Graf teploty:

Velmi podobný průběh rostoucích teplot byl zaznamenán čidlem č. 3 (pravá strana hrudníku), a čidlem č. 2 (oblast srdce). Teplota v této oblasti vzrostla během tří minut o 0,2 °C. Oproti tomu teplota na břicho klesla během stejné doby o 0,2 °C. Teplota v dolní polovině zad (čidlo 5) a v oblasti lopatek (čidlo 6) zůstala stejná do třetí minuty. Následoval pozvolný teplotní růst. To je způsobeno zvyšující se fyzickou zátěží a tedy i oteplováním jednotlivých partií těla. Mezi sedmou a osmou minutou začala teplota stoupat výrazněji až na své maximum u každého z čidel. Následně všechny teploty měřených oblastí začaly klesat.

Graf průběhu teploty snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 40. Přehled maximálních a minimálních tepelných hodnot vykazující jednotlivá čidla, jejich rozdíl a průměrná teplota jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tab. č. 12 Údaje o teplotě - 100% polyester

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	33	31,9	1,1	31,9
3	33,5	32,4	1,1	32,4
4	30,9	29,6	1,3	29,8
5	29,9	28,4	1,5	28,6
6	31,8	29,5	2,3	30,3

Největší teplota (33,5 °C) byla naměřená u čidla č. 3 umístěného v pravé oblasti hrudníku. Zde byla zaznamenána i nejvyšší průměrná teplota (32,4 °C). Naopak nejnižší teplota (28,4 °C) byla naměřená v dolní polovině zad, současně je tato oblast průměrně nejchladnější (28,6 °C). Největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou teploty byl zaznamenán u čidla č. 6, tento rozdíl činil 2,3 °C

Graf vlhkosti:

Počáteční vlhkost, kterou ukazovala všechna čidla, se pohybovala na 40 % ± 3 %. Do čtvrté minuty zátěže byl zaznamenán růst teploty na břicho (čidlo č. 4) a pokles teploty na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3) o 0,2 %. Do sedmé minuty fyzické zátěže se vlhkost příliš neměnila. Od sedmé minuty zátěže všechna čidla prudce stoupala. Čidlo č. 2 (oblast srdce) zaznamenalo pokles vlhkosti z 92 % na 33 %, což je rozdíl

59 %. Čidlo bylo pravděpodobně porouchané. Čidlo č. 3 (pravá strana hrudníku), č. 5 (dolní polovina zad) a čidlo č. 6 vykazovalo klesající hodnoty vlhkosti. Oblast břicha (čidlo č. 4) je jediným sledovaným místem na těle, kde vlhkost po celou dobu stoupala.

Graf průběhu vlhkosti snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 41. Přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl a průměr je znázorněn v tabulce č. 13.

Tab. č. 13 Údaje o vlhkosti - 100% polyester

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
3	100	81	19	90,9
4	93	38	-55	79,2
5	97	67	30	84,8
6	98	48	50	78

Největší vlhkost (100 %) byla zaznamenaná na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3) v 19té minutě. Toto čidlo zaznamenalo i nejvyšší průměrnou vlhkost. Čidlo č. 6 umístěné v oblasti lopatek vykazovalo největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Vlhkost zde klesla o 50 %. A současně i nejnižší průměrnou vlhkost. Vlhkost v oblasti srdce (čidlo č. 2) byla v 15té minutě 92%. Následoval prudký pokles o 59 %. Čidlo bylo pravděpodobně poškozené, a proto se v tabulce neobjevilo. Vlhkost v oblasti břicha po celou dobu fyzické zátěže stoupala. Z původních 38 % se vyšplhala až na 93 %. V tabulce č. 13 je vyznačeno žlutou barvou.

Shrnutí:

Teplota mikroklimatu první tři minuty pozvolna vzrostla o 0,2 °C na pravé (čidlo č. 3) i levé (čidlo č. 2) straně hrudníku. Pokles ve stejném čase byl zaznamenán v oblasti břicha (čidlo č. 4). Teplota v dolní polovině zad (čidlo č. 5) a v oblasti lopatek (čidlo č. 6) zůstala stejná. Následoval pozvolný teplotní růst až do poloviny osmé minuty, kdy teplota začala stoupat výrazněji na všech sledovaných částech těla. Během jedné minuty teploty dosahovaly svého maxima. Od této fáze měla teplota mikroklimatu u trika ze 100% polyesteru klesající tendenci po celou dobu průběhu fyzické zátěže.

Podle vyplněného dotazníku, který byl sledovanému jedinci předložen před, v průběhu i po testu, měl spíše chladnější pocity. Organismus se v oděvu nepřehříval a dobře odváděl přebytečné teplo.

Pokles vlhkosti byl zaznamenán u čtyř čidel z pěti. Čidlo č. 2 (oblast srdce) se zdálo být porouchané, jelikož vykazovalo pokles na 33% vlhkost, což je nepravděpodobné. Jde o oblasti pravé strany hrudníku, dále v dolní polovina zad. Dále byl pokles zaznamenán v oblasti lopatek (čidlo č. 3). Je zřejmé, že vlhkost mikroklimatu klesala a triko ze 100% polyesteru přebytečnou vlhkost odvádí. Jelikož se shodovaly grafy teploty u trika ze 100% polyesteru a 100% polypropylenu, byly porovnány i grafy vlhkosti. V obou případech se velmi podobal průběh hodnot vlhkosti u čidla č. 5 (dolní polovina zad) dále čidlo č. 6 (oblast lopatek). Čidlo č. 3 (pravá strana hrudníku) vykazovala velmi podobné výsledky avšak u trika ze 100% polyesteru byl úbytek vlhkosti na konci měření o 15 % menší. Čidlo č. 4 (oblast břicha) v obou případech zaznamenávalo rostoucí hodnoty po celou dobu měření. V případě 100% polyesteru byla vlhkost jen nepatrně menší a to o 5 %.

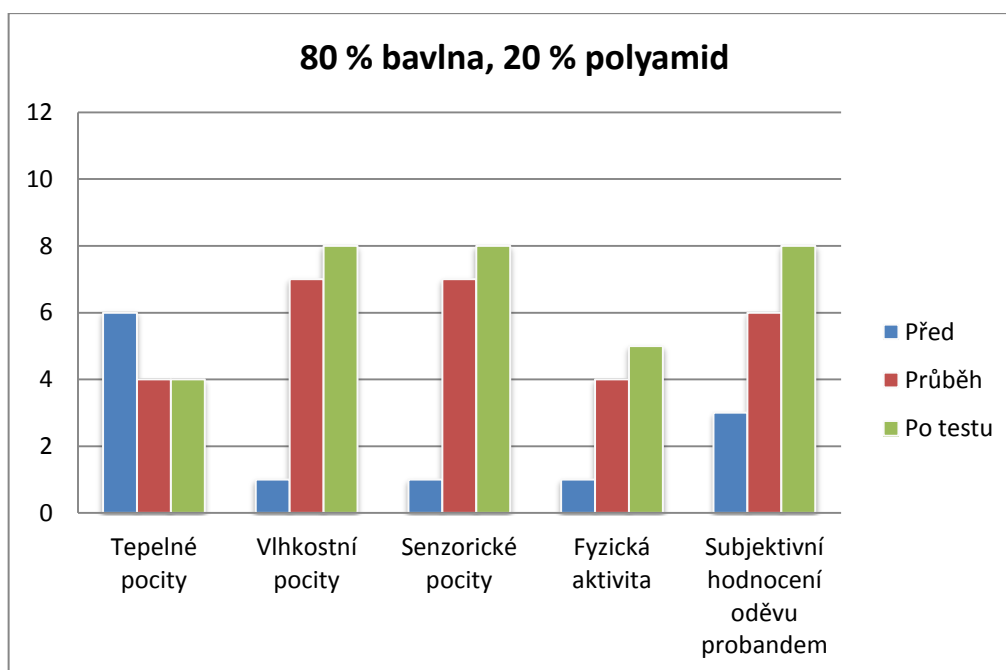
Sledovaný jedinec v dotazníku uvedl, že již v průběhu testu cítil výrazné vlhkostní pocity. Podobně na tom byl i po skončení fyzické zátěže, kdy však měl nepříjemné pocity lepícího se trika.

❖ **80 % bavlna, 20 % polyamid značky Jitex**

Tloušťka pleteniny činila 0,58 mm a test probíhal za následujících podmínek:

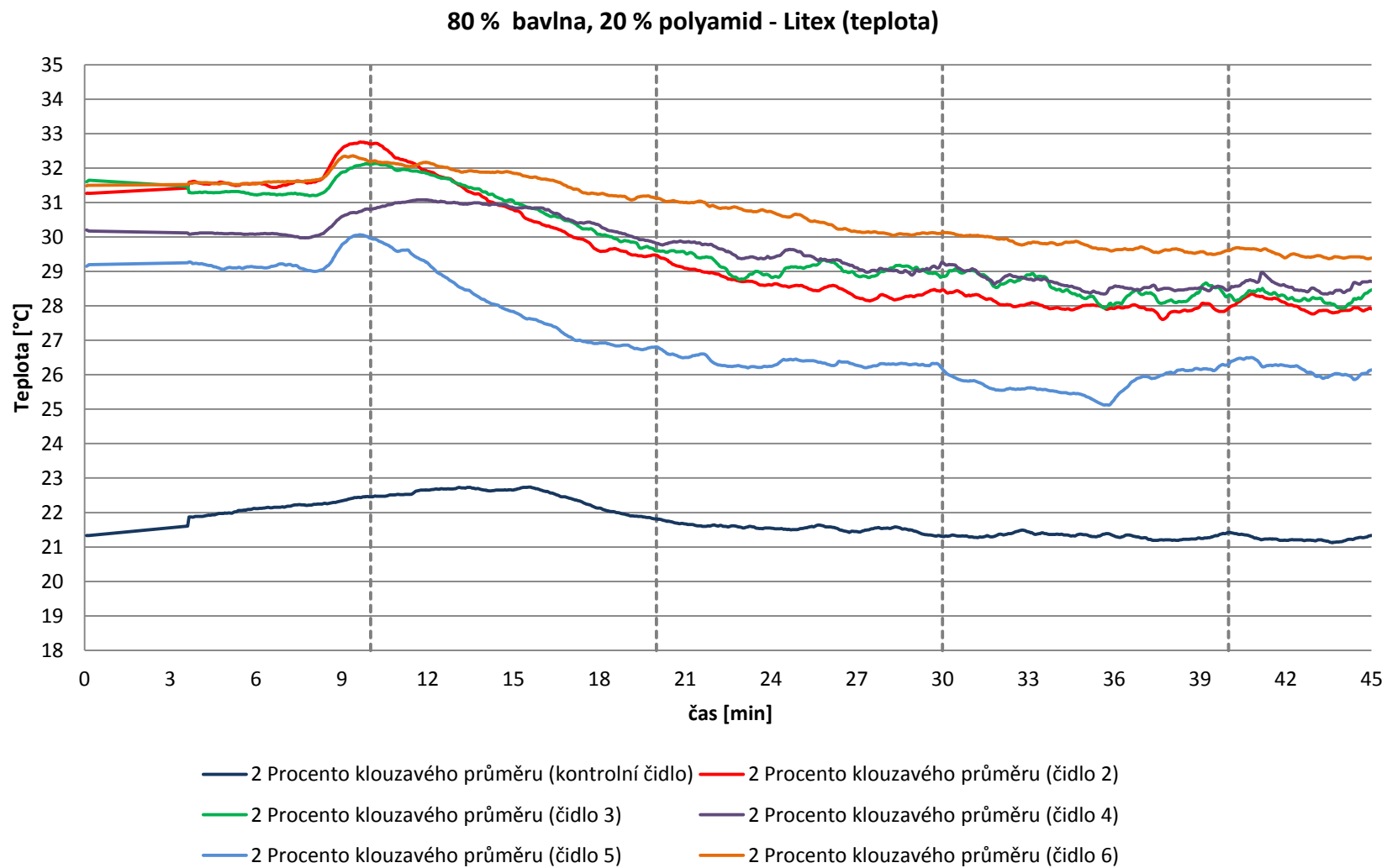
- průměrná teplota v místnosti: 21,8 °C
- průměrná vlhkost v místnosti: 59,3 %
- celkový čas: 45 min

Obr. č. 42 Vyhodnocení dotazníku – 80% bavlna, 20% polyamid - Jitex

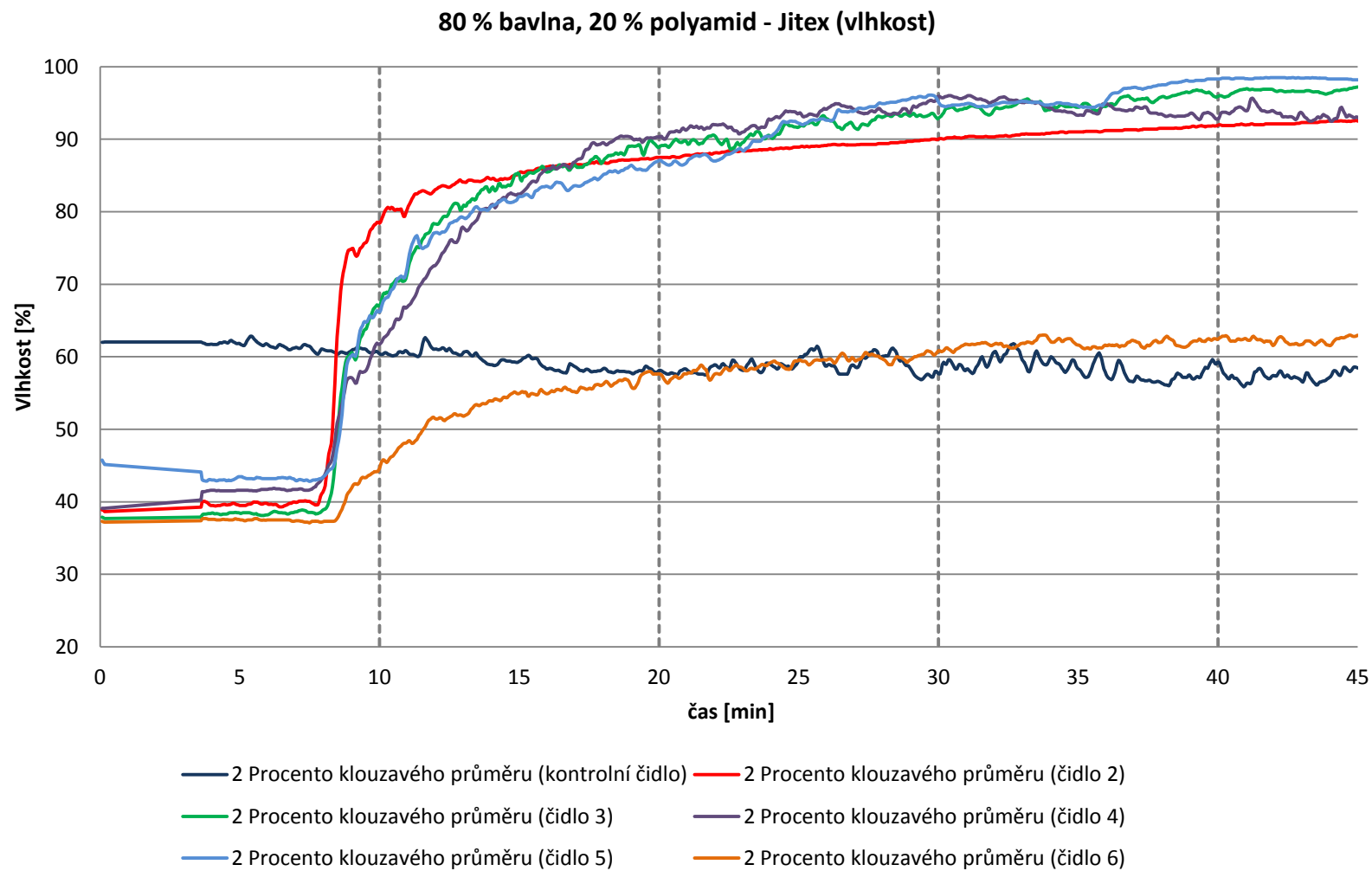


Obrázek č. 42 znázorňuje odpovědi sledovaného jedince před, v průběhu a po fyzické zátěži. Tepelné pocity v případě tohoto trika před zátěží byly teplé. V průběhu a po testu se tyto pocity změnilly na studené. Je to z toho důvodu, že bavlna absorbovala vlhkost. Za pomoci výparného tepla následovalo odpařování a tím vznikl na těle studený pocit. Vlhkostní pocity byly výrazné už v průběhu testu. Senzorické pocity byly na počátku testu velmi příjemné. V průběhu a po ukončení zátěže už byly mírně nepříjemné a to z toho důvodu, že se triko lepilo na tělo. Proband označil po ukončení testu triko za nepříjemné.

Obr. č. 43 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (80% bavlna, 20% polyamid)



Obr. č. 44 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (80% bavlna, 20% polyamid)



Graf teploty:

Velmi podobný průběh rostoucích teplot byl zaznamenán čidlem č. 2 (oblast srdce), a čidlem č. 6 (oblast lopatek). Teplota v této oblasti vzrostla během tří minut od 0,1 - 0,2 °C. Oproti tomu teplota na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3) klesla během stejné doby o 0,1 °C. Teplota v dolní polovině zad (čidlo 5) a v oblasti břicha (čidlo 4) zůstala stejná do třetí minuty. Od třetí do osmé minuty se teplota na všech měřených částí nijak neměnila. Od osmé minuty začala teplota stoupat výrazněji až na své maximum v desáté minutě u každého z čidel. Nárůst teploty je způsoben zvyšující se fyzickou zátěží a tedy i oteplováním jednotlivých partií těla. Následně všechny teploty měřených oblastí začaly klesat a to je dáno tím, že vlhkost se začala odpařovat.

Graf průběhu teploty mikroklimatu snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 43. Přehled maximálních a minimálních tepelných hodnot vykazující jednotlivá čidla, jejich rozdíl a průměrná teplota jsou uvedeny v tabulce č. 14.

Tab. č. 14 Údaje o teplotě - 80 % bavlna, 20 % polyamid

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	32,8	27,9	4,9	29,4
3	32,1	28,5	3,6	29,6
4	31	28,8	2,2	29,5
5	30	26,1	3,9	27
6	32,4	29,4	3	30,7

Největší rozdíl (4,9 °C) hodnot byl zaznamenán v oblasti srdce (čidlo č. 2). Tímto čidlem byla zaznamenána i nejvyšší teplota (32,8 °C). Naopak nejnižší teplota byla zaznamenána čidlem č. 5 (dolní polovina zad), které po celou dobu zaznamenávalo nejnižší teplotu. Nejvyšší průměrná hodnota po celou dobu testu byla zaznamenána v oblasti lopatek (čidlo č. 6).

Graf vlhkosti:

Do osmé minuty zátěže byl zaznamenán nepatrný výkyv vlhkosti (od 37 do 45 %). V dolní polovině zad (čidlo č. 5) byl zaznamenán nepatrný pokles. U všech ostatních čidel se teplota zvyšovala. Od osmé minuty prudce vzrostly hodnoty na všech částech těla. Nejmenší růst vlhkosti byl zaznamenán u čidla č. 6 (oblast lopatek).

Ostatní čidla zaznamenala již v polovině testu 90% vlhkost a do konce fyzické zátěže tato vlhkost ještě vzrostla. Z grafu není patrný žádný pokles.

Graf průběhu vlhkosti snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 44. Maximální a minimální naměřené hodnoty vlhkosti mikroklimatu, jejich rozdíl a průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 15.

Tab. č. 15 Údaje o vlhkosti - 80 % bavlna, 20 % polyamid

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	93	39	-54	86,1
3	97	38	-59	87,2
4	93	39	-54	86,6
5	98	45	-53	87,3
6	63	37	-26	57,1

Vlhkost na všech měřených místech po celou dobu stoupala (žlutá barva v tabulce). Největší rozdíl byl zaznamenán u čidla č. 3 (pravá strana hrudníku), kde nárůst vlhkosti byl nejvýraznější (59 %). Nejvyšší vlhkost (98 %) a zároveň nejvyšší průměrná vlhkost byla naměřeno čidlem č. 5 (dolní polovina zad). Nejnižší průměrná vlhkost byla zaznamenána čidlem č. 6 (oblast lopatek).

Shrnutí:

Teplota mikroklimatu od desáté minuty klesala po celou dobu fyzické zátěže. Nejvyšší teplota byla zaznamenána v oblasti lopatek. Naopak nejnižší teplota byla v oblasti dolní poloviny zad. Sledovaný jedinec měl v průběhu i na konci fyzické zátěže studené pocity. Je to z důvodu vysokého obsahu bavlny (80 %). Jednou z vlastností bavlněných vláken je absorpce vlhkosti do jádra. Tím je ale její další transport zastaven. Vlhkost se musí z textilie odpařit, k čemuž potřebuje výparné teplo. A člověk má díky tomu pocit chladu. Průběh teploty je velmi podobný průběhu u trika ze 100% vlny. Rozdíl je pouze v teplotě v oblasti dolní poloviny zad, která je u trika z 80 % bavlna a 20 % polyamid v průměru o 3 °C menší.

Vlhkost naměřená pod sledovaným trikem po celou dobu fyzická zátěže neustále stoupala. Ani jedno z čidel nezaznamenalo úbytek. Vlhkost na konci testu u čtyř čidel z pěti byla v rozmezí od 93 do 99 %. Nejnižší vlhkost byla zaznamenána čidlem č. 6 (oblast lopatek), kde na počátku fyzické zátěže byla 37 % a po ukončení

testu byla 63 %. Sledovaný jedinec v průběhu a na konci testu zaznamenal jen mírné vlhkostní pocity.

Tab. č. 16 Funkčnost čidel při jednotlivých měření v klimatizované místnosti (vlhkost)

Triko	Čidla					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
100% polypropylen	+	+	+	+	+	+
100% polyester	+	-	+	+	+	+
100% vlna Merino	+	+	+	+	+	-
80 % bavlna 20 % polyamid	+	+	+	+	+	+

Tabulka č. 16 znázorňuje funkčnost (resp. nefunkčnost) jednotlivých čidel při měření triček. Zelenou barvou jsou znázorněna čidla, která byla funkční po celou dobu měření. Červenou barvou jsou znázorněna čidla, která vykazovala nepřesnosti při měření, např. nepravděpodobný pokles vlhkosti doprovázený zkraty způsobené nedostatečnou přilnavostí čidel k pokožce.

6.4.1.1. Celkové shrnutí první části experimentu provedené v klimatizované místnosti

Pro měření v klimatizované místnosti bylo vybráno triko ze 100% vlny Merino, 100% polyesteru, 100% polypropylenu a triko složením 80 % bavlna/20% polyamid. Před měřením se na tato trika přišly senzory snímající vlhkost a teplotu mikroklimatu. Tedy vzduchové vrstvy nacházející se mezi pokožkou a první vrstvou oděvu.

Sledovaný jedinec byl podroben fyzické zátěži po dobu 45 minut. Zátěž spočívala v jízdě na stacionárním kole v klimatizované místnosti na Katedře oděvnictví, Technické univerzity v Liberci. Po konzultaci s odborníky z Katedry tělesné výchovy, byla určena tepová frekvence, která se pohybovala na 70 % maximální tepové frekvence. V tomto intervalu setrval proband po celou dobu měření.

Před, v průběhu a po ukončení zátěže byl předložen dotazník týkající se tepelných, vlhkostních a senzorických pocity, zároveň také fyzické aktivity a subjektivního hodnocení trik. Hodnocení probíhalo na škále od 1 – 10. Všechny dotazníky je možné shlédnout v příloze č. 1 této práce.

Dotazníky:

Bezprostředně po ukončení fyzické zátěže měl sledovaný jedinec studené tepelné pocity v triku ze 100% polypropylenu a v triku složením 80 % bavlna/20 % polyamidu. 100% vlna Merino a 100% polyester byli po ukončení o jednu škálu teplejší. Přesto se tyto pocity spíše blížily ke studenějším.

Vlhkostní pocity označil za extrémní v triku ze 100% polypropylenu. Druhý nejhorší stupeň patří triku ze 100% polyesteru a směsi 80 % bavlna/20 % polyamid. V triku ze 100% vlny Merino měl proband výrazné vlhkostní pocity, což je nejméně ze čtyř sledovaných trik.

Neutrální senzorické pocity měl sledovaný jedinec po ukončení testu v triku ze 100% vlny Merino. Mírně nepříjemné pocity měl při testování trika ze 100% polyesteru. O stupeň horší se jevílo triko ze směsi bavlny a polyamidu. Nejhorší hodnocení získalo triko ze 100% polypropylenu.

Co se týče subjektivního hodnocení oděvu probandem, nejlépe ohodnocené triko je složením 100% vlna Merino, které bylo zhodnoceno jako neutrální. O dva stupně horší se jevílo triko ze 100% polyesteru a směsi 80 % bavlna a 20 % polyamid. Nejhorší ohodnoceno bylo triko ze 100% polypropylenu, které bylo po ukončení testu nepříjemné, a proband měl pocit mokra na těle.

Podle zmiňovaných pocitů se jako nejlepší jeví triko ze 100% vlny Merino. Druhé nejlepší triko je ze 100% polyesteru. Dále triko složením 80 % bavlna a 20 % polyamid. Nejhorší zhodnocené triko bylo ze 100% polypropylenu.

Graf teploty mikroklimatu:

Z průběhu křivek, značící teplotu mikroklimatu na sledovaných místech těla, je patrná klesající tendence u všech testovaných trik. Největší teplotní rozdíl byl zaznamenán u trika složením 80 % bavlna/20 % polyamid. Teplota v průběhu fyzické zátěže klesla v průměru o 3,5 °C. Bavlna má sice výborné sorpční vlastnosti, ale pokud má být systém oblékání funkční, není tato její vlastnost žádoucí. Absorbovaná vlhkost se musí z textilie odpařit, k čemuž je zapotřebí výparné teplo, které způsobí ochlazení pokožky. Odvod vlhkosti přes oděv je díky vlhkosti v něm obsaženém pozastaven a výrazně se snižuje tepelně izolační schopnost oděvu. Druhý největší teplotní rozdíl mikroklimatu byl naměřen pod trikem ze 100% vlny Merino a činil 2,4 °C. Při testování trika ze 100% polypropylenu byl zaznamenán průměrný teplotní rozdíl 2 °C. Nejmenší průměrný teplotní rozdíl byl naměřen u trika ze 100% polyesteru, kde činil 1,4 °C.

Budeme-li brát v úvahu všechna sledovaná trika, tak celkově byla nejvyšší průměrná teplota zaznamenána v oblasti lopatek (čidlo č. 6) a na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3). Naopak nejnižší průměrná teplota byla naměřena v dolní polovině zad (čidlo č. 5). Největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou byl nejčastěji zaznamenán v oblasti srdce (čidlo č. 2).

Graf vlhkosti mikroklimatu:

Vlhkost mikroklimatu pod trikem složením 80% bavlna /20 % polyamid neustále stoupala po celou dobu fyzické zátěže, což vede k nežádoucímu diskomfortu. Největší průměrný pokles vlhkosti mikroklimatu byl spočítán pod trikem ze 100% polyesteru a činil 33%. V tomto případě čidlo č. 4 (oblast břicha) vykazovala rostoucí vlhkost po celou dobu měření. Čidlo č. 2. (oblast srdce) bylo z hodnocení vyřazeno, neboť zde vlhkost klesala ke 20 %, což je nepravděpodobné. Průměrný 27% rozdíl vlhkosti byl naměřen v triku ze 100% vlny Merino. Při měření čidlo č. 3 (pravá část hrudníku) a čidlo č. 4 (oblast břicha) vykazovala rostoucí průběh po celou dobu měření. Z hodnocení bylo vyřazeno čidlo č. 6 (oblast lopatek), jelikož vykazovala příliš velký úbytek. Vlhkost na konci testu se pohybovala kolem 30 %. Nejmenší průměrný rozdíl vlhkosti mikroklimatu byl zaznamenán v triku ze 100% polypropylenu a činil 18,6 %. Čidlo č. 4 (oblast břicha) opět vykazovalo jako u všech předchozích rostoucí hodnoty.

Rostoucí vlhkost v této oblasti je logická a to z důvodu polohy, v které cyklisté na kole spočívají. Na břicho se mohou tvořit záhyby, kde se vlhkost hromadí.

Z faktů uvedených výše, bylo triko značky Jitex (80% bavlna, 20% polyamid) zhodnoceno jako nejhorší a to z důvodu neustále rostoucí vlhkosti. Neuspokojivé výsledky vykazovalo triko ze 100% polypropylenu. Byl zaznamenán malý pokles vlhkosti a sledovaný jedinec po ukončení zátěže měl velmi nepříjemné pocity a extrémní vlhkost po těle. Největší úbytek vlhkosti byl zaznamenán pod trikem ze 100% polyesteru a činil 33 %. Vlhkost mikroklimatu klesla v triku ze 100% vlny Merino o 27 %.

S ohledem na tepelné, vlhkostní, senzorické pocity a subjektivní hodnocení oděvu probandem je triko ze 100% vlny Merino vyhodnoceno jako nejvhodnější ze všech testovaných. Tabulka č. 17 znázorňuje pořadí testovaných trik od nejlepšího po nejhorší.

**Tab. č. 17 Zhodnocení testovaných trik
(mítnost)**

Pořadí	Triko
1.	100% vlna Merino (Devod)
2.	100% polyester (Adidas)
3.	100% polypropylen (Propy Bac)
4.	80 % bavlna, 20 % polyamid (Jitex)

6.4.2. Druhá část experimentu provedená ve venkovním prostředí

Druhá část experimentu probíhala ve venkovním prostředí na harcovském stadionu v Liberci (obrázek č. 45), kde nic nebrání přenášenému signálu. Jako fyzická zátěž byl stanoven běh, a to po dobu 50ti minut. Po celou dobu testování byly monitorovány venkovní teplotní a vlhkostní podmínky. Snahou bylo testování provádět za konstantních podmínek. To znamená, že testování probíhalo vždy v dopoledních hodinách při velmi podobných teplotách. Hodnoty byly pravidelně odečítány z Almema 2290 – 4, ke kterému bylo připojeno čidlo FH A 646 – 1. a nakonec z nich byl vypočten průměr.

S ohledem na maximální tepovou frekvenci a věk sledovaného jedince se jednalo o 140 - 160 tepů za minutu. Znovu se pohybujeme v aerobním tréninku. Kompletní údaje o sledovaném jedinci jsou k vidění v tabulce č. 18.



Obr. č. 45 Testování trik ve venkovním prostředí

Tab. č. 18 Údaje o sledovaném jedinci (venkovní prostředí)

Věk	25 let
Váha	80 kg
Výška	188 cm
Maximální spotřeba kyslíku	75 ml/kg/min
Maximální tepová frekvence	195 t/min

Pro druhou část experimentu provedenou ve venkovním prostředí bylo vybráno pět trik různého materiálového složení a tloušťky pleteniny. Jejich přehled je uveden v tabulce č. 19.

Tab. č. 19 Testovaná trika ve venkovním prostředí

Materiál	Tloušťka pleteniny [mm]
100 % vlna Merino	0,92
100% polypropylen	1,42
100% polyester	0,55
55% polypropylen, 27% bavlna, 18% lyocel	2,03
100% bavlna	0,72

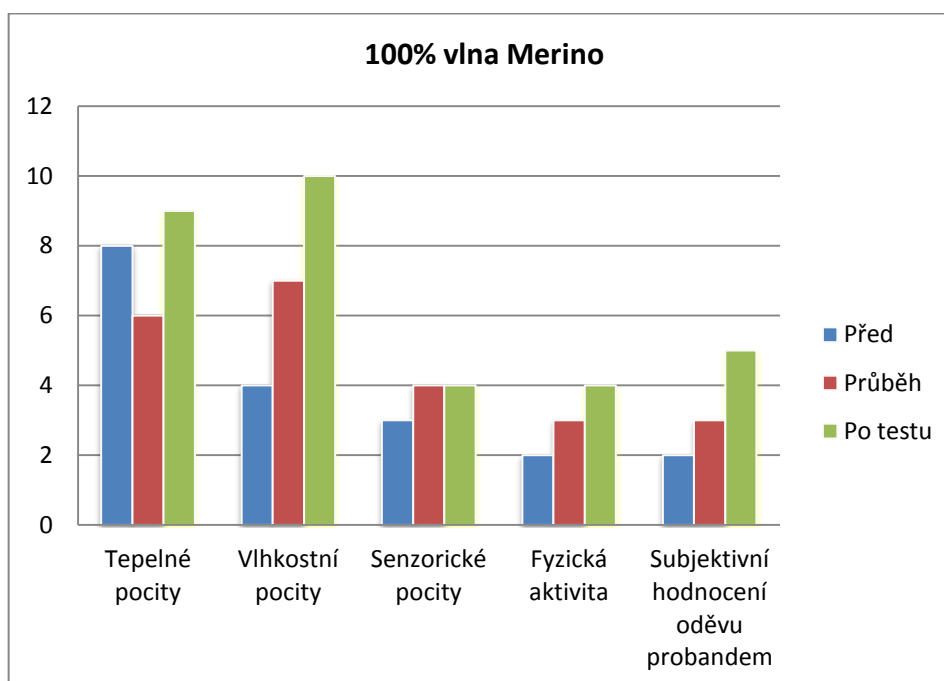
❖ **100% vlna Merino značky Devold**

Fyzická zátěž byla uskutečněna za následujících podmínek:

- průměrná teplota naměřená Almemem: 0,3 °C
- průměrná teplota naměřená kontrolním čidlem: 2,97 °C
- průměrná vlhkost naměřená Almemem: 90,7 %
- průměrná vlhkost naměřená kontrolní čidlem: 85,6 %
- rychlost větru 0 m/s

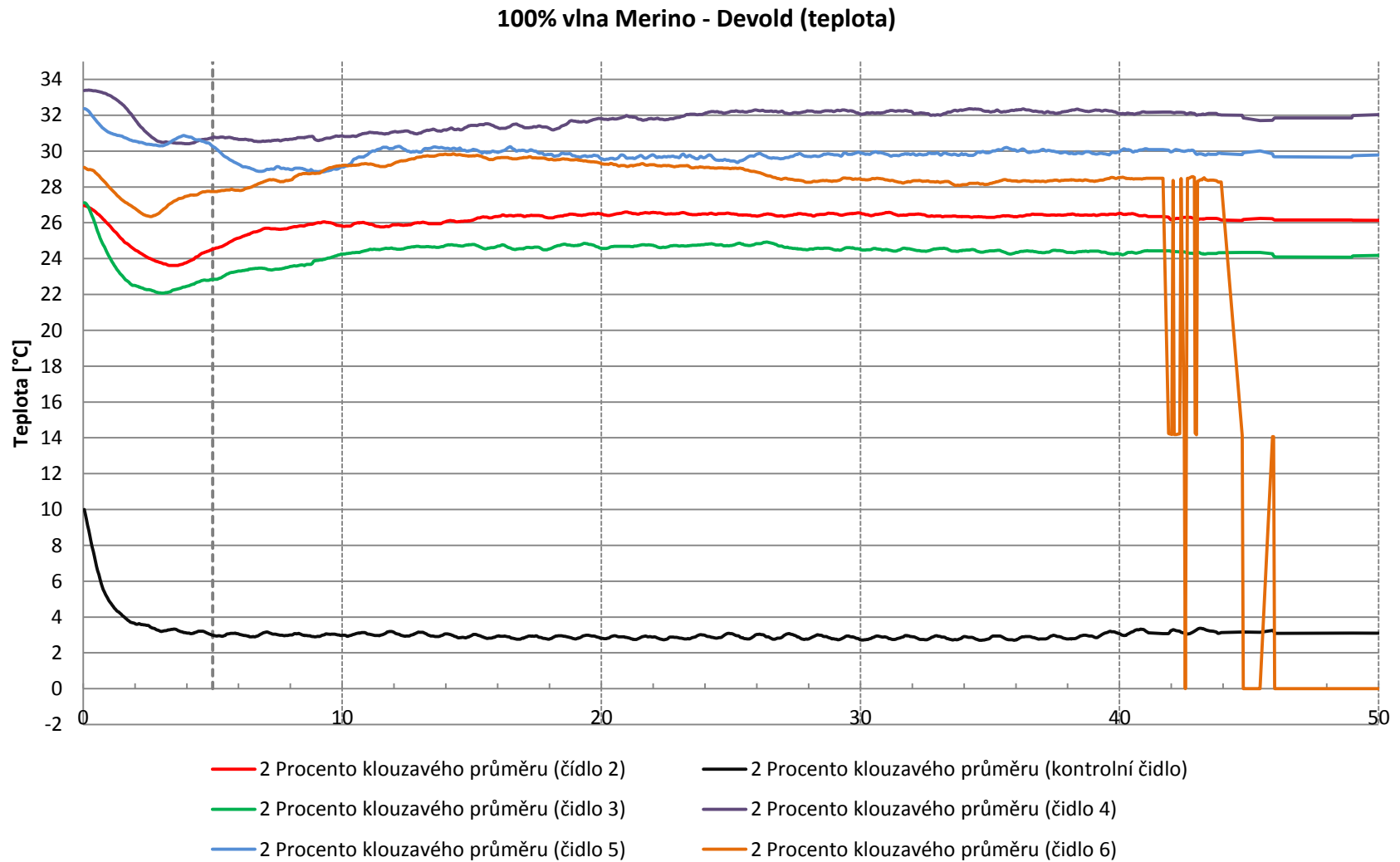
Průměrná hodnoty teploty a vlhkosti byly vypočteny až po jejich ustálení.

Obr. č. 46 Vyhodnocení dotazníku – 100% vlna Merino

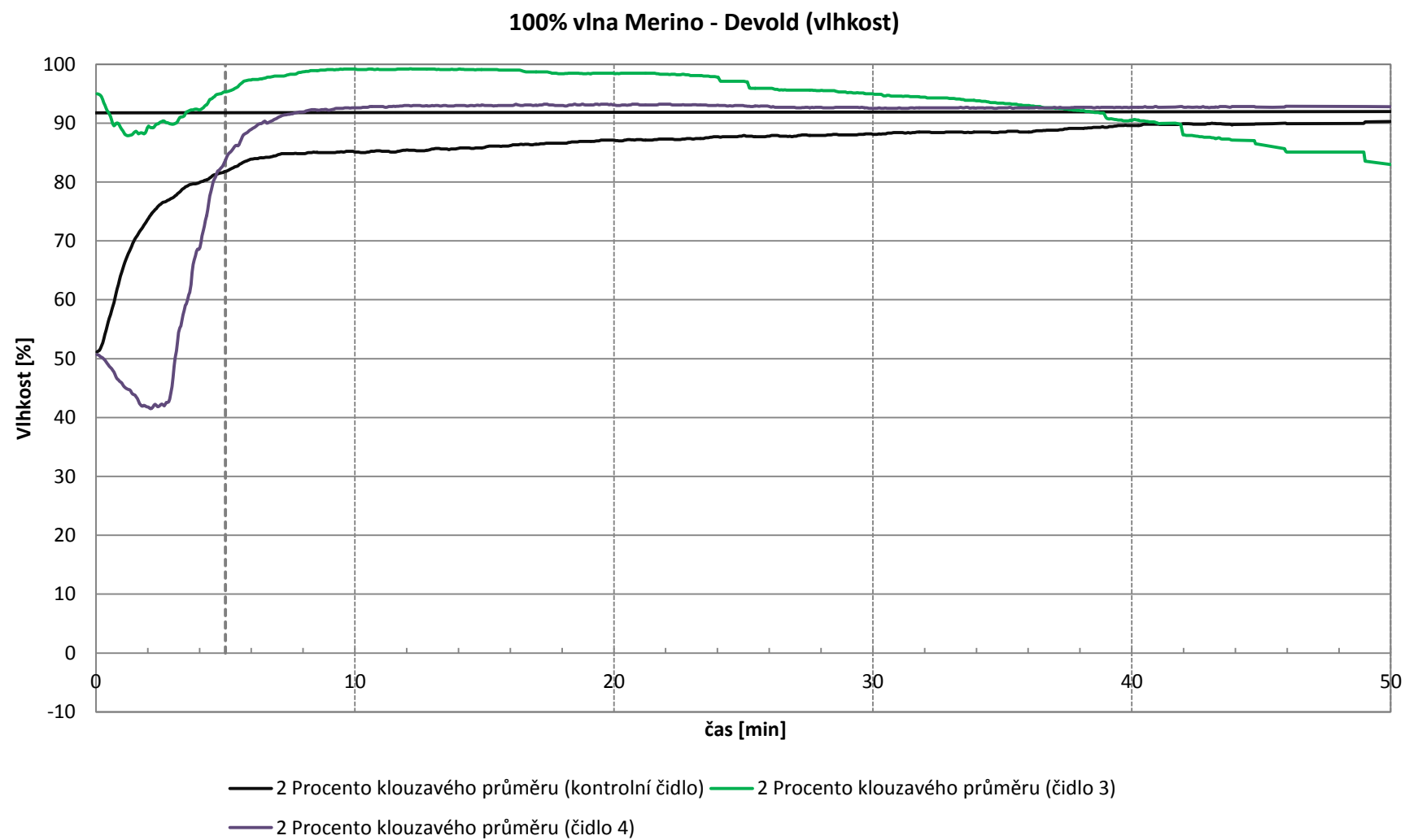


Z obrázku č. 46 jsou patrné odpovědi sledovaného jedince na otázky kladené před, v průběhu a po testu. Tepelné pocity byly po ukončení zátěže příliš teplé. V průběhu testu proband cítil výraznou vlhkost na těle a po testu už tento pocit byl extrémní. I přes to subjektivní pocity i po uplynutí zátěže byly neutrální, triko nebylo nepříjemné, nijak neškrábalo a lepilo se na tělo jen místy.

Obr. č. 47 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% vlna Merino)



Obr. č. 48 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% vlna Merino)



Graf teploty:

Čidlo č. 4 umístěné na triku v oblasti břicha zaznamenávalo po celou dobu nejvyšší teplotu. Počáteční teplota byla 33,2 °C, následoval mírný pokles. Od dvacáté minuty fyzické zátěže se teplota na tomto místě pohybovala téměř beze změny na $32 \pm 0,2$ °C. Oblast dolní poloviny zad měla teplotu $30 \pm 0,2$ °C. Teplota v těchto dvou oblastech byla ovlivněna pásem, který zde měl sledovaný jedinec připevněn. Pás byl použit u všech měření, která byla uskutečněna ve venkovním prostředí, a sloužil k uchycení měřícího zařízení.

Nejnižší teplota byla zaznamenána na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3). Od desáté minuty zátěže se pohybovala od 24 do 25 °C. Teplota v oblasti srdce (čidlo č. 2) se pohybovala od 26 do 27 °C. Čidlo umístěné v oblasti lopatek (čidlo č. 6) ukazovalo počáteční teplotu 29 °C, následoval pokles na 27 °C v intervalu tří minut. Následoval vzrůst, který dosahoval svého maxima 29,9°C v 15té minutě. A poté opět pozvolný pokles na hodnotu 28,5 °C až do 42 minuty. V této chvíli se čidlo zkratovalo a výsledky není možné dále hodnotit.

Graf průběhu teploty mikroklimatu snímané všemi čidly je zobrazen na obr. č. 47. Přehled maximálních a minimálních tepelných hodnot vykazující jednotlivá čidla, jejich rozdíl a průměrná teplota je uveden v tabulce č. 20.

Tab. č. 20 Údaje o teplotě - 100% vlna Merino

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	26,6	26,1	0,5	26,3
3	24,9	24,1	0,8	24,6
4	32,4	31,6	0,8	31,7
5	30,3	29,4	0,9	29,8
6	29,9	28,1	1,8	28,9

Největší rozdíl hodnot (1,8 °C) byl zaznamenán v oblasti lopatek (čidlo č. 6). Nejvyšší teplota (32,4 °C) byla zaznamenána čidlem č. 4 (oblast břicha). Naopak nejnižší teplota byla zaznamenána čidlem č. 3 (pravá strana hrudníku), které po celou dobu zaznamenávalo nejnižší teplotu. Nejvyšší průměrná hodnota byla zaznamenána v oblasti břicha (čidlo č. 4).

Graf vlhkosti:

Z grafu vlhkosti lze posoudit pouze křivky čidel 3 a 4 (tj. oblast pravé strany hrudníku a oblast břicha). Čidlo č. 2 (oblast srdce) č. 5 (dolní polovina zad), a čidlo č. 6 nelze zhodnotit, jelikož na počátku měření vykazovala vlhkost 86 – 96 % a v poměrně krátkém čase následoval strmý pokles až na nulovou hodnotu vlhkosti, v případě hodnot z čidla č. 2 vlhkost spadla ke 30 %. Z grafu proto byly vymazány.

Vlhkost mikroklimatu naměřená na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3) již od začátku fyzické zátěže dosahovala 95 %. V desáté minutě 99 % a přibližně od 15 minuty vlhkost začala klesat až na konečných 83 %. Čidlo č. 4 umístěné v oblasti břicha od osmé minuty ukazovalo 93% vlhkost, tato hodnota setrvala po zbytek měření. Tato oblast je opět ovlivněna pásem pro uchycení měřicího zařízení.

Graf vlhkosti mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 48. Maximální a minimální naměřené hodnoty, jejich rozdíl a průměr lze shlédnout v tabulce č. 21.

Tab. č. 21 Údaje o vlhkosti - 100% vlna Merino

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	x	x	x	x
3	99	82	17	95,2
4	93,2	92,7	0,5	92,8
5	x	x	x	x
6	x	x	x	x

Největší vlhkost (99 %) byla zaznamenána na pravé straně hrudníku (čidlo č. 3) již v 10té minutě. Toto čidlo zaznamenalo i nejvyšší průměrnou vlhkost a zároveň největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Vlhkost v oblasti břicha po celou dobu fyzické zátěže stoupala. V tabulce č. 21 je vyznačeno žlutou barvou. Čidla č. 2, 5 a 6 byla pravděpodobně poškozena, a proto se v tabulce neobjevila.

Shrnutí:

Teplota mikroklimatu podle čidel zůstávala po celou dobu konstantní bez větších změn. Nejvyšší teplota byla zaznamenána v oblasti, kde byl připevněn pás pro udržení měřicího zařízení. Zde se teplota pohybovala v rozmezí $31 \pm 1,2$ °C. Jedná se

o oblast břicha a dolní poloviny zad. Nejnižší naměřená teplota mikroklimatu byla zaznamenaná na pravé straně hrudníku. Teplota se zde pohybovala od 24 – 25 °C.

Teplota mikroklimatu mírně klesla na pravé i levé straně hrudníku a v oblasti lopatek. Ve všech případech se jednalo o úbytek v řádu desetin °C. Hodnoty z čidla č. 6 (oblast lopatek) byly uvažovány pouze do 41minuty, jelikož další průběh zaznamenal zkrat, který mohl být způsoben nepřilnavostí čidla na těle.

Sledovaný jedinec popsal svoje tepelné pocity v průběhu testu jako teplé a na konci fyzické zátěže už téměř příliš teplé.

Ze všech pěti čidel zaznamenávající vlhkost mikroklimatu lze uvažovat pouze čidlo nacházející se v oblasti hrudníku na pravé straně a dále čidlo v oblasti břicha. Toto čidlo však bylo ovlivněno pásem, který jej překrýval po celou dobu testu. Vlhkost se tedy držela pod trikem a nebyl možný její transport.

Z vyplněného dotazníku vyplývá, že se proband cítil v triku příjemně, necítil žádné nepříjemné pocity (pocit mokra, škrábání) ani po ukončení testu. V průběhu testu měl proband výrazné vlhkostní pocity, na konci testu tyto pocity však byly už extrémní.

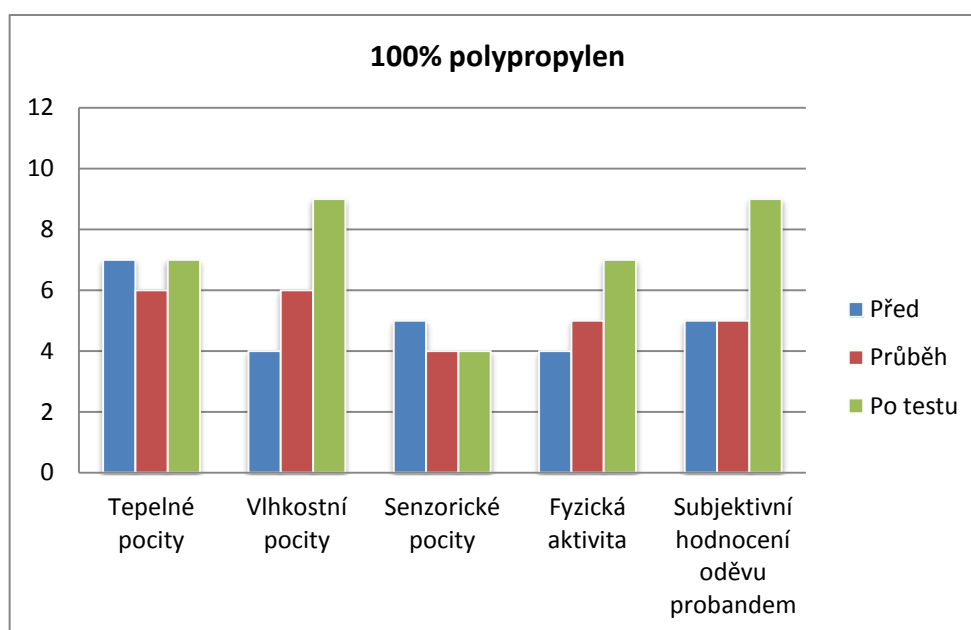
❖ 100% polypropylen

Triko bylo testováno za následujících podmínek:

- průměrná teplota naměřená almemem: - 2,78 °C
- průměrná teplota naměřená kontrolním čidlem: - 0,2 °C
- průměrná vlhkost naměřená almemem: 81,37 %
- průměrná vlhkost naměřená kontrolním čidlem: 77,3 %
- rychlost větru 0 m/s

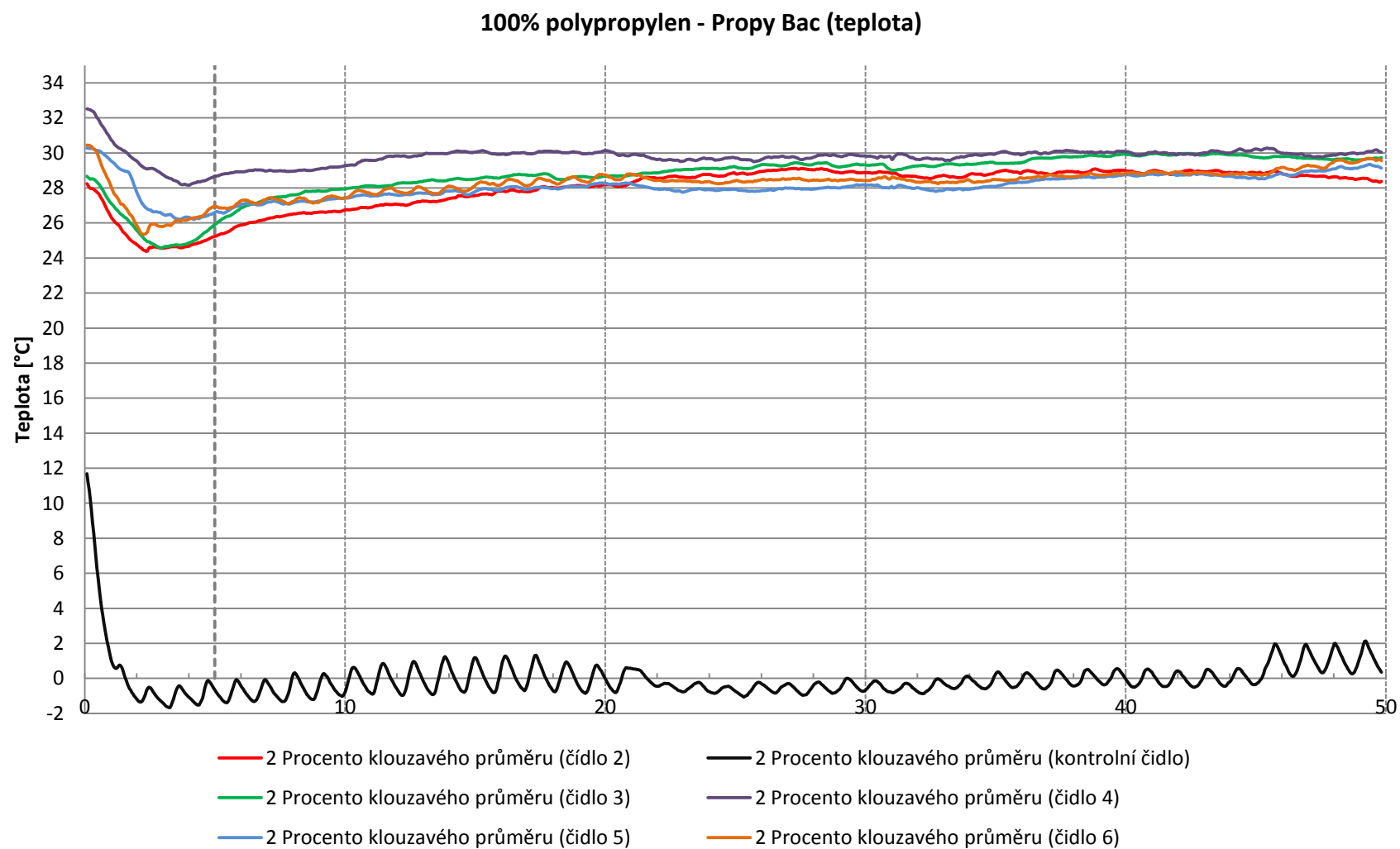
Průměrná hodnoty teploty a vlhkosti byly vypočteny až po jejich ustálení.

Obr. č. 49 Vyhodnocení dotazníku – 100% polypropylen

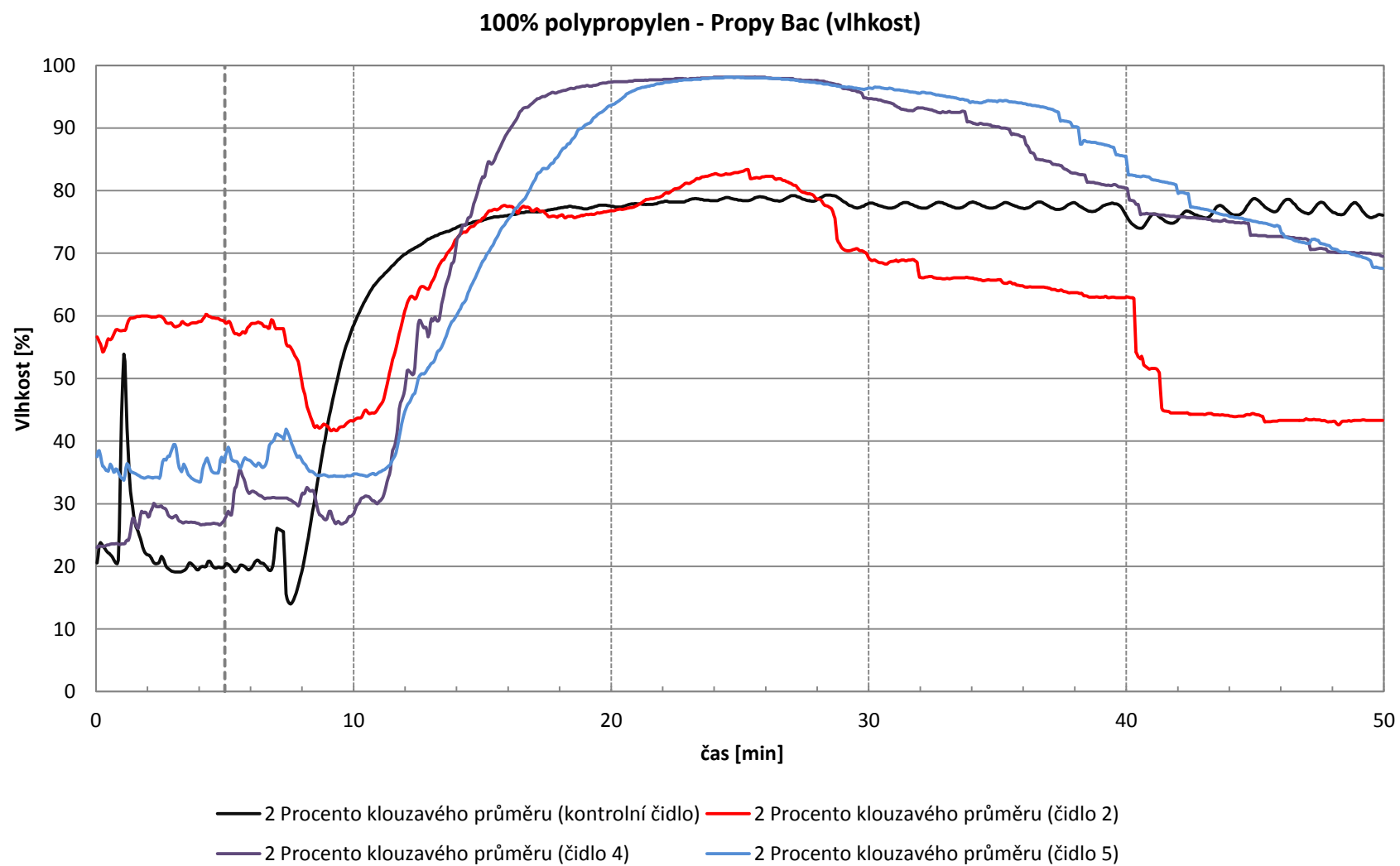


Na obrázku č. 49 lze vidět odpovědi sledovaného jedince na otázky kladené před, v průběhu a po fyzické zátěži. Tepelné pocity byly po celou dobu fyzické zátěže teplé. Vlhkostní pocity se v průběhu testu blížily výrazným a po jeho ukončení byly téměř extrémní. Senzorické pocity označil proband v průběhu i po testu jako neutrální. I přesto triko působilo na sledovaného jedince nepříjemně a to z důvodu lepení na těla a pocitu mokra.

Obr. č. 50 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polypropylen)



Obr. č. 51 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polypropylen)



Graf teploty:

Jak je vidět z obr. č. 50, čidla umístěna na sledovaných místech vykazovala ihned po začátku testu klesající teplotu a to do čtvrté minuty. Následoval mírný vzestup. Teplota mikroklimatu se ustálila ve dvacáté minutě a po zbytek testu zůstala bez větších změn. Na všech měřených místech se pohybovala v rozmezí od 28 – 30°C. Nejvyšší teplota mikroklimatu byla zaznamenána v oblasti břicha (čidlo č. 4). Nejnižší teplotu zaznamenalo čidlo č. 5 (oblast dolní poloviny zad).

Tabulka č. 22 uvádí přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl, a průměrnou teplotu mikroklimatu na sledovaných místech těla.

Tab. č. 22 Údaje o teplotě - 100% polypropylen

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	29,1	28,5	0,6	28,5
3	30	29,6	0,4	29,2
4	30,3	30	0,3	30
5	29,2	27,2	2	28,2
6	29,6	27,2	2,4	28,5

Nejvyšší teplota (30,3 °C) byla zaznamenána čidlem č. 4 (oblast břicha), toto místo se jeví průměrně nejteplejší. Naopak nejnižší teplota byla zaznamenána čidlem č. 5 (dolní polovina zad) a čidlem č. 6 (oblast lopatek). Čidlo č. 6 naměřilo nejvyšší nárůst teploty mikroklimatu a to 2,4 °C. Žlutou barvou jsou v tabulce označeny místa na těle, kde došlo k nárůstu teploty mikroklimatu.

Graf vlhkosti:

Z grafu udávající vlhkost mikroklimatu pod trikem ze 100% polypropylenu byla vyloučena křivka čidla č. 3 (pravá strana hrudníku) a křivka č. 6 (oblast lopatek). Tato čidla byla pravděpodobně poškozená, jelikož křivky měly velmi rychlou a strmou klesající tendenci a hodnota po ukončení zátěže se blížila nule.

Oblast dolní poloviny zad a břicha dosahovala velmi podobných hodnot, je to dáno pásem, který tato čidla překrýval, a tudíž vlhkost v této oblasti je nejvyšší. I přes to od 25minuty vykazují klesající tendenci. Klesající hodnoty zaznamenalo i čidlo č. 2 (oblast srdce).

Graf vlhkosti mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 51. Tabulka č. 23 uvádí přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl a průměrnou vlhkost.

Tab. č. 23 Údaje o vlhkosti - 100% polypropylen

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	83,4	43	40,4	65
3	x	x	x	x
4	98,1	69,9	28,2	87,5
5	98,1	67,5	30,6	87,9
6	x	x	x	x

Nejvyšší vlhkost (98,1 %) a současně i nejvyšší průměrná vlhkost byla zaznamenaná v oblasti břicha a dolní poloviny zad. Vlhkost mikroklimatu v těchto oblastech byla ovlivněna pásem, který sloužil pro přichycení měřicího zařízení. Čidlo č. 2 (oblast srdce) naměřilo minimální hodnotu (43 %) a zároveň i největší pokles vlhkosti. Čidla č. 3 a 6 byla pravděpodobně poškozena, a proto se v tabulce ani grafu neobjevila.

Shrnutí:

Teplota mikroklimatu zůstala po celou dobu zátěže téměř stejná, křivky vykazují pouze mírné výkyvy. Již od dvacáté minuty se pohybovala na všech měřených částí těla v rozmezí od 28 – 30 °C. Nejvyšší teplota byla zaznamenaná v oblasti břicha (čidlo č. 4), což je místo, kde se nacházel pás pro upevnění měřicího zařízení a výsledky proto mohou být zkreslené.

Křivky udávající vlhkost pod oděvem nejsou směrodatné. Je možné, že byly poškozené. Proto by měření mělo být provedeno znovu. Z hodnocení bylo vyřazené čidlo č. 3 (pravá strana hrudníku) a č. 6 (oblast lopatek). Hodnoty vykazující křivka č. 2 (oblast srdce) zaznamenaly ve 40té minutě prudký pokles. To mohlo být způsobeno nedostatečnou přilnavostí čidla k tělu.

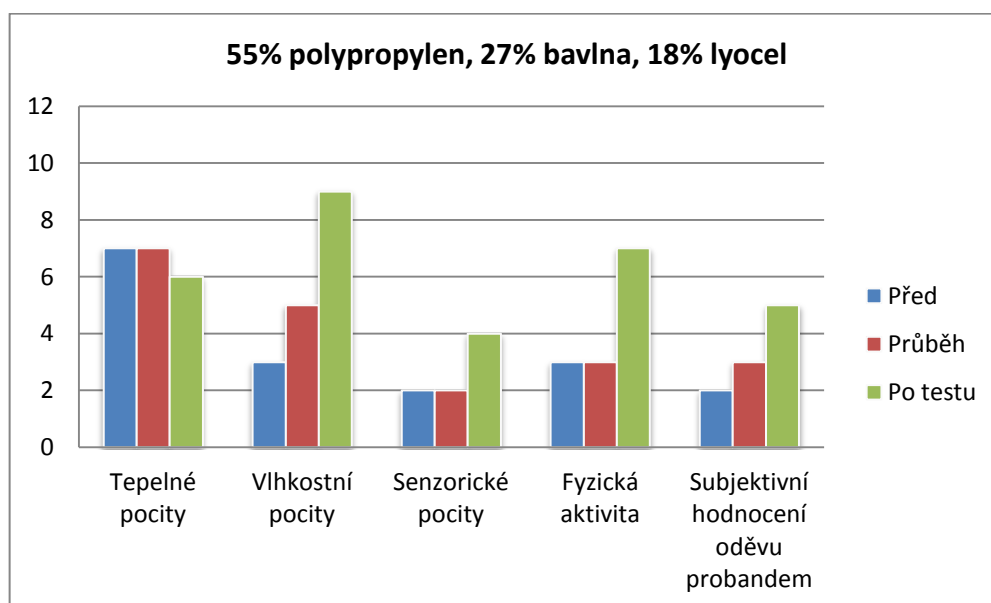
Sledovaný jedinec se v triku ze 100% polypropylenu cítil dobře. Po ukončení fyzické zátěže měl teplé pocity a téměř extrémní vlhkostní pocity. Triko se již v průběhu testu jeví jako neutrální, proband nepociťoval nepříjemné pocity jako je např. pichlavost nebo škrábání a tuto vlastnost mělo i po ukončení fyzické zátěže. Přesto bylo triko celkově označeno jako nepříjemné a to převážně z důvodu pocitu mokra, které sledovaný jedinec měl po ukončení zátěže.

❖ **55% polypropylen, 27% bavlna, 18% lyocelová vlákna**

Triko ze smyčkového úpletu, bylo testované za následujících podmínek, kdy průměrné teploty byly spočteny až po jejich ustálení přibližně po páté minutě zátěže:

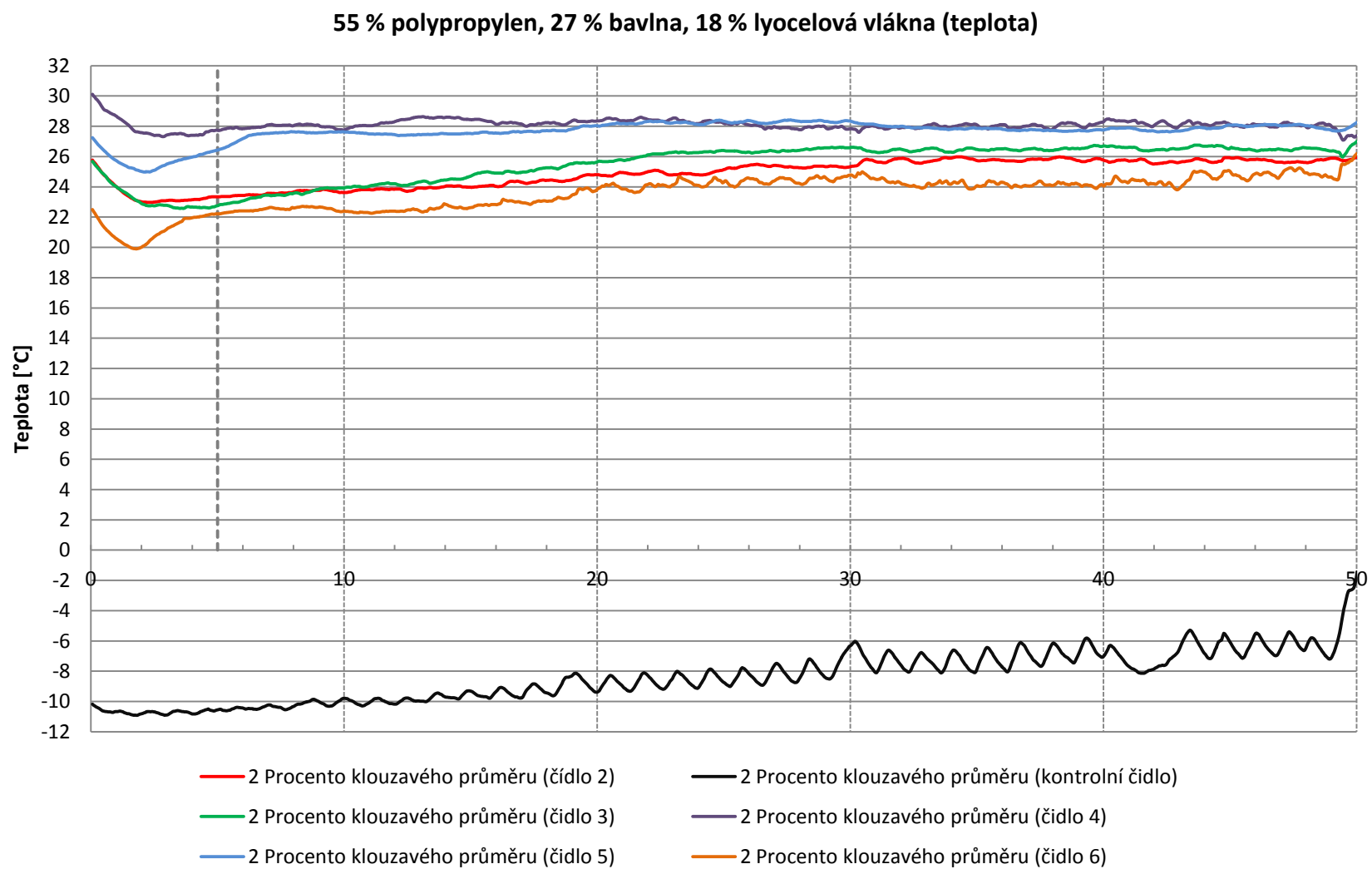
- průměrná teplota naměřená almemem: – 10 °C
- průměrná teplota naměřená kontrolním čidlem: – 8,37 °C
- průměrná vlhkost naměřená almemem: 77,3 %
- průměrná vlhkost naměřená kontrolním čidlem: 76,4 %
- rychlost větru 1 m/s

Obr. č. 52 Vyhodnocení dotazníku – 55 % polypropylen, 27 % bavlna, 18 % lyocelová vlákna

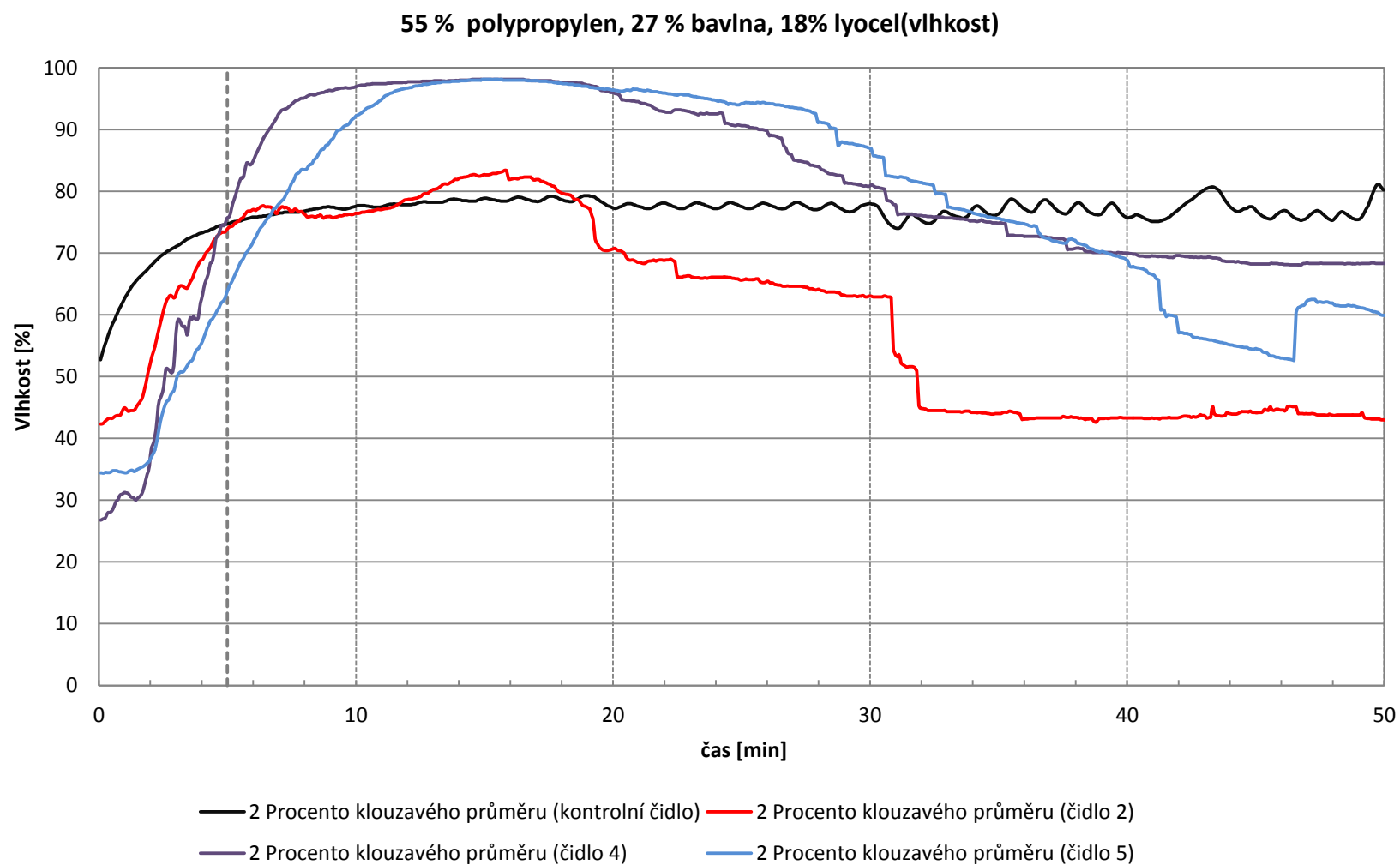


Obrázek č. 52 znázorňuje odpovědi sledovaného jedince na otázky kladené před, v průběhu a po fyzické zátěži. Tepelné pocity byly na počátku i v průběhu fyzické zátěže teplé. Po ukončení testu sledovaný jedinec pocítil mírný pokles. Vlhkostní pocity byly v průběhu testu mírné a po ukončení zátěže téměř extrémní. Sensorické pocity byly na počátku a v průběhu testu velmi příjemné, po ukončení fyzické zátěže byly neutrální. Proband ohodnotil po testu triko jako neutrální, které se lepí na tělo jen místy.

Obr. č. 53 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (55% polypropylen, 27% bavlna, 18 % lyocelová vlákna)



Obr. č. 54 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (55% polypropylen, 27% bavlna, 18 % lyocelová vlákna)



Graf teploty:

Jak už bylo řečeno v komentáři u předchozích grafů vlhkosti, tak i zde je teplota v oblasti břicha a dolní poloviny zad ovlivněna pásem sloužící pro připevnění měřícího zařízení. Zde se teplota pohybovala kolem 28 °C po celou dobu měření. Kolísání bylo v řádech desetin °C. Z ostatních křivek je patrné, že největší teplotu zaznamenalo čidlo č. 3 umístěné na pravé straně hrudníku. Teplota zde pozvolna rostla po celou dobu zátěže a to od zhruba páté minuty z původních 23 °C až na konečných 27 °C. Nejnižší teplotu zaznamenalo čidlo č. 6 (oblast lopatek). Opět tato křivka má rostoucí tendenci po celou dobu zátěže. V páté minutě byla zaznamenaná teplota 22 °C, na konci zátěže vzrostla na 26 °C.

Graf teploty mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 53. Přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl a průměr je zaznamenán v tabulce č. 24.

**Tab. č. 24 Údaje o teplotě - 55% polypropylen,
27% bavlna, 18 % lyocelová vlákna**

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	26	23,6	2,4	25,1
3	27	23,4	3,6	25,8
4	28,6	27,1	1,5	28,1
5	28,4	27,4	1	27,9
6	26,2	22,3	3,9	23,9

Nejvyšší teplota (28,6 °C) byla zaznamenaná čidlem č. 4 (oblast břicha), toto místo se jeví průměrně nejteplejší. Naopak nejnižší teplota a zároveň nejnižší průměrná teplota ze všech sledovaných oblastí, byla zaznamenaná čidlem č. 6 (oblast lopatek), které zaznamenalo i nejvyšší nárůst teploty mikroklimatu, a to 3,9 °C. Žlutou barvou jsou v tabulce označeny místa na těle, kde došlo k nárůstu teploty mikroklimatu.

Graf vlhkosti:

Graf vlhkosti je téměř totožný s grafem vlhkosti trika ze 100% polypropyleny. Čidla č. 3 a 6 zaznamenala prudce klesající vlhkost, která klesla z původních 98 % na 20 %. V průběhu zátěže došlo k mnoha odchlípnutí čidel od těla, a proto byla z grafu a z dalšího hodnocení vyřazena. Čidlo č. 2 (oblast srdce) zaznamenalo po 30té minutě k náhlému a prudkému poklesu vlhkosti, což opět způsobila nedostatečná přilnavost

čidla k tělu. Čidla č. 4 (oblast břicha) a č. 5 (dolní polovina zad) zaznamenal úbytek vlhkosti z mikroklimatu.

Graf vlhkosti mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 54. Přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl a průměr je zaznamenán v tabulce č. 25.

**Tab. č. 25 Údaje o vlhkosti - 55% polypropylen,
27% bavlna, 18 % lyocelová vlákna**

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	83,4	42,9	40,5	60,8
3	x	x	x	x
4	98,1	68,2	29,9	83,4
5	98,1	60	38,1	81,3
6	x	x	x	x

Nejvyšší vlhkost (98,1 %) a současně i nejvyšší průměrná vlhkost byla zaznamenaná v oblasti břicha a dolní poloviny zad. Vlhkost mikroklimatu v těchto oblastech byla ovlivněna pásem, který sloužil pro přichycení měřícího zařízení. Čidlo č. 2 (oblast srdce) naměřilo minimální hodnotu (42,9 %) a zároveň i největší pokles vlhkosti. Čidla č. 3 a 6 byla pravděpodobně poškozena, a proto se v tabulce ani grafu neobjevila.

Shrnutí:

Teplota mikroklimatu zůstala po celou dobu stejná. Čidla nenaznamenala žádný pokles teploty. Po dvacáté minutě se teplota pohybovala v rozmezí od 24 – 28 °C. Nejvyšší teplota byla zaznamenána pod pásem, který sloužil pro upevnění měřícího zařízení.

Vlhkost je těžké zhodnotit z důvodu možného poškození čidel. Všechny křivky znázorňující průběh změn vlhkosti nabraly rychlý a strmý pokles. Proto by se mělo měření zopakovat.

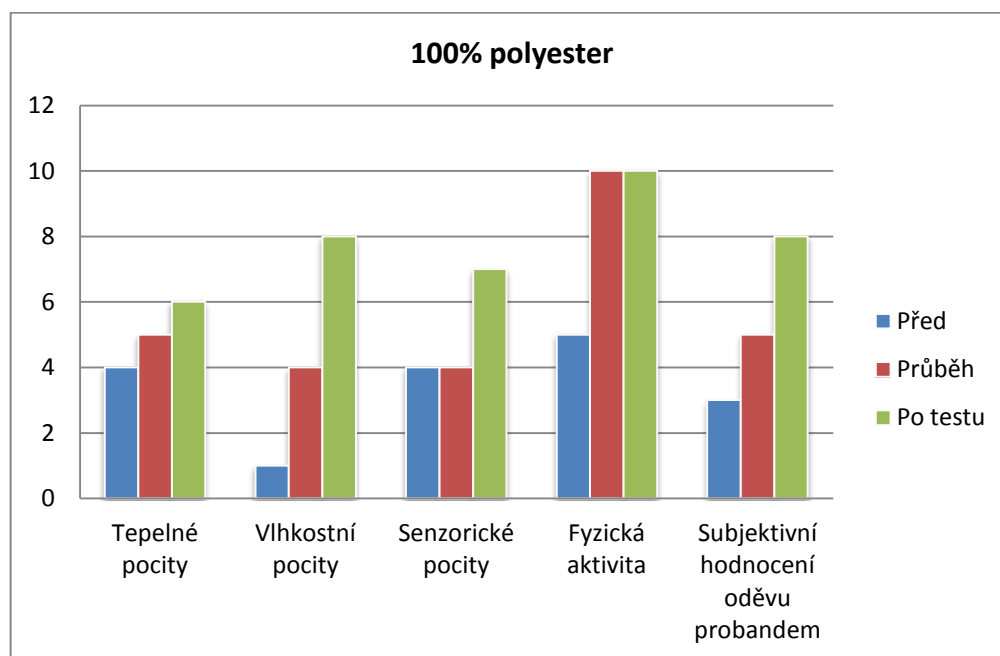
Z vyplněného dotazníku je patrné, že sledovaný jedinec označil triko jako velmi příjemné již v průběhu testu. Po ukončení fyzické zátěže senzorické pocity byly neutrální. Triko celkově bylo příjemné a nelepilo se na tělo. Po ukončení testu se na tělo lepilo jen místy. Celkové zhodnocení dopadlo velmi podobně jako triko ze 100% vlny Merino

❖ 100% polyester od firmy Adidas

Triko ze 100% polyesteru bylo testované za následujících podmínek, kde průměrné hodnoty byly počítané až po ustálení v páté minutě:

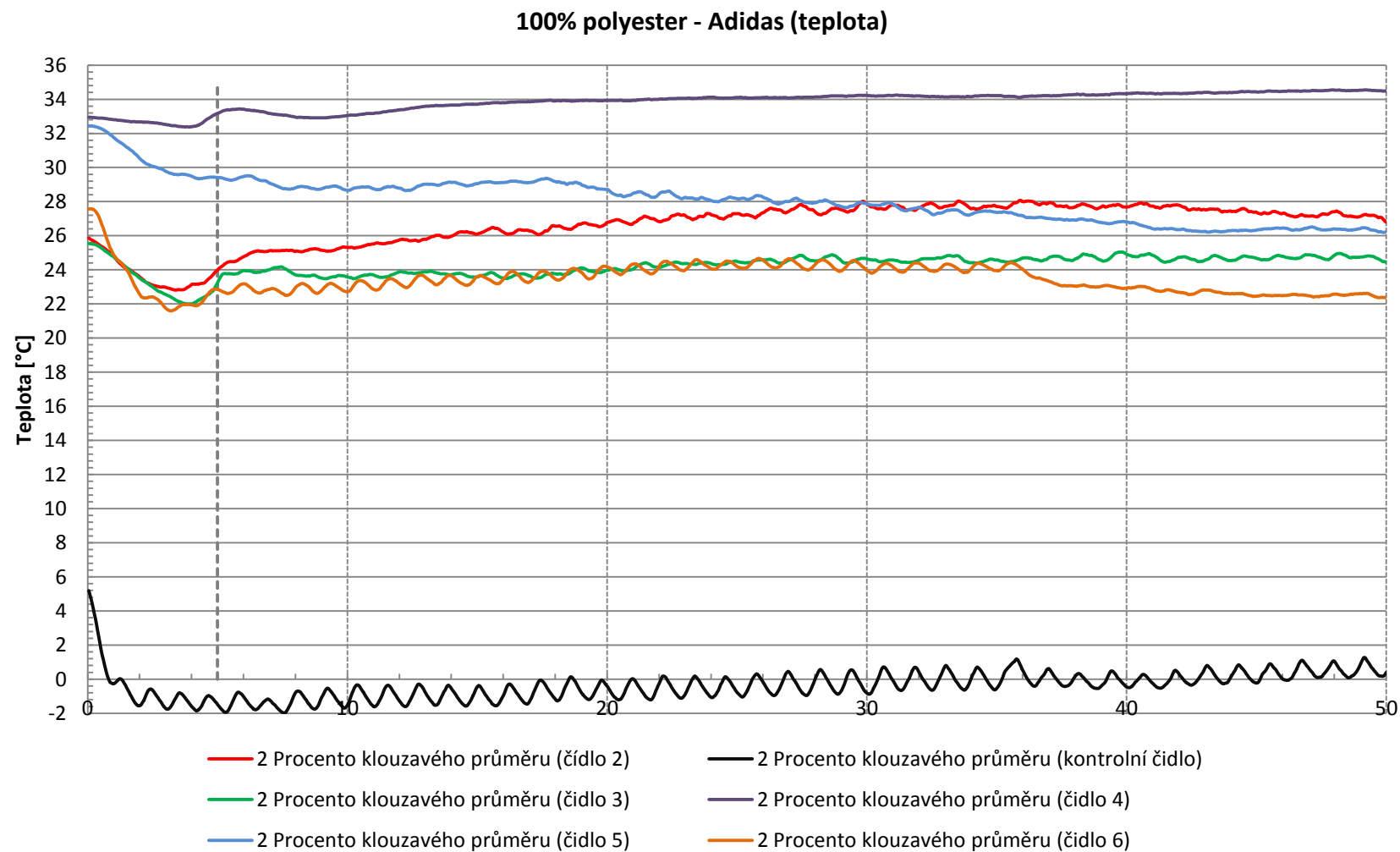
- průměrná teplota naměřená almemem: - 1,2 °C
- průměrná teplota naměřená kontrolním čidlem: -0,5 °C
- průměrná vlhkost naměřená almemem: 78 %
- průměrná vlhkost naměřená kontrolním čidlem: 71 %
- rychlost větru: 0 m/s

Obr. č. 55 Vyhodnocení dotazníku – 100% polyester

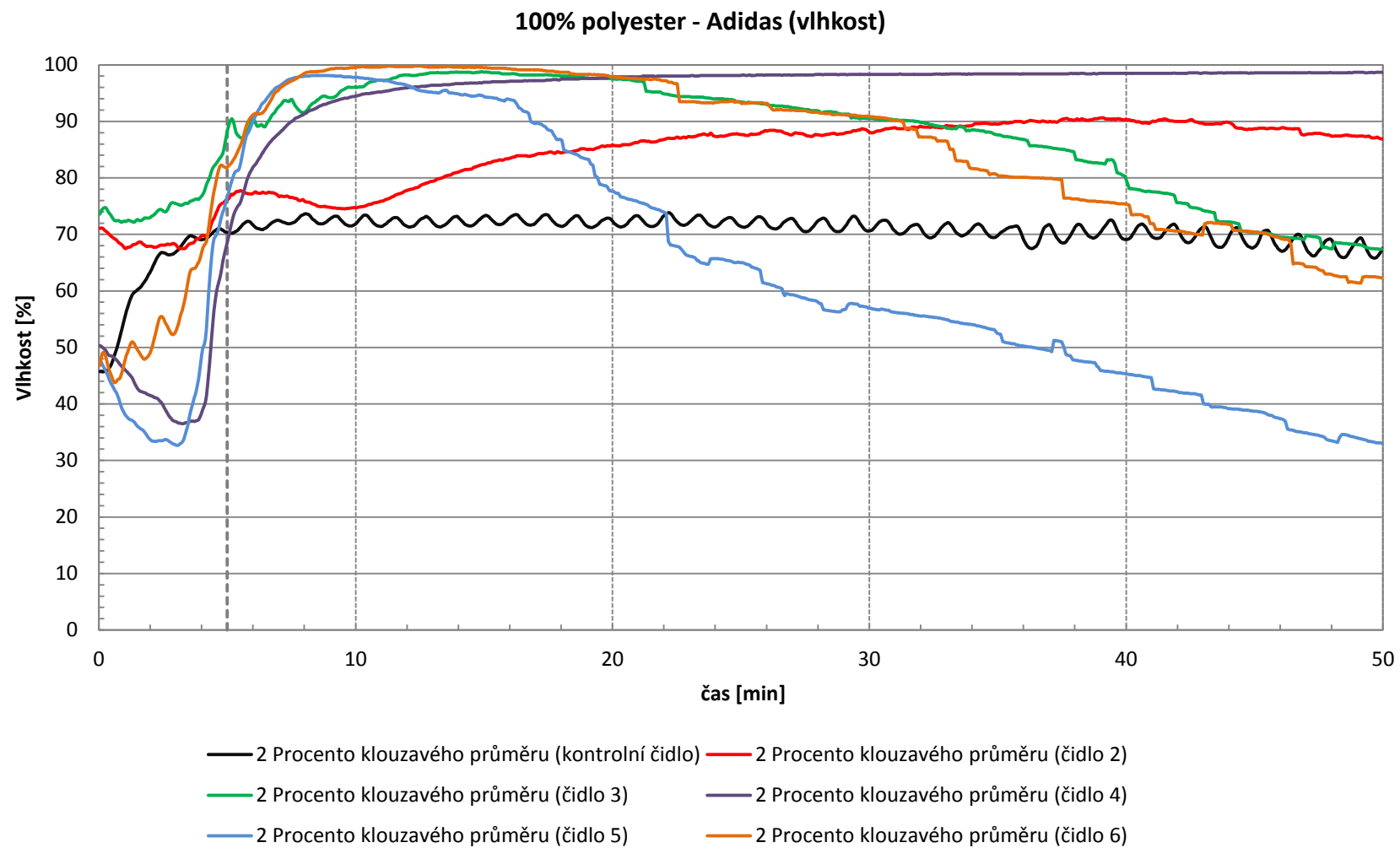


Obr. č. 55 naznačuje, jak sledovaný jedinec odpovídal na dané otázky před, v průběhu a po ukončení fyzické zátěže. Tepelné pocity byly v průběhu testu spíše studené a po jeho ukončení spíše teplé. Vlhkostní pocity v průběhu testu byly mírné, po ukončení testu již byly výrazné. Senzorické pocity označil proband jako neutrální jak na počátku, tak i v průběhu testu. Po jeho ukončení již byly mírně nepříjemné. Subjektivní hodnocení po ukončení zátěže byly spíše nepříjemné, jedinec měl pocit mokra a testované triko se lepilo na pokožku.

Obr. č. 56 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polyester)



Obr. č. 57 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polyester)



Graf teploty:

Čidla nacházející se v oblasti lopatek (č. 6) a na přední pravé straně v horní polovině těla (3.) vykazovala velmi podobné hodnoty. V páté minutě obě čidla zaznamenala teplotu 23 °C. Následoval růst obou křivek do 35 minuty, kde obě dosahovala teploty 24,5 °C. Čidlo č. 3 tuto teplotu registrovala do konce fyzické zátěže. Naopak čidlo č. 6 vykazovalo úbytek zhruba o 1 °C. Čidlo č. 5 (dolní polovina zad) zaznamenávalo teploty klesající. Z počáteční teploty 32,5 °C klesla na konečných 26 °C. Čidlo, které bylo na triku umístěné v oblasti srdce, snímalo rostoucí hodnoty do 36 minuty, kde dosahovalo svého maxima 28 °C. Následoval pokles o 1 °C. Břicho bylo opět nejteplejší oblastí. Teplota mírně stoupala po celou dobu zátěže, z původních 33 °C bylo na konci testu 34,5 °C. Tento rostoucí průběh je dán pásem sloužícím pro přichycení měřicího zařízení umístěným v této oblasti.

Graf teploty mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 56. Přehled maximálních a minimálních hodnot, jejich rozdíl a průměr je zaznamenán v tabulce č. 26.

Tab. č. 26 Údaje o teplotě – 100% polyester

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	28,1	26,8	1,3	26,9
3	25,1	23,5	1,6	24,3
4	34,6	32,9	1,7	34
5	29,5	26,2	3,3	27,9
6	24,7	22,4	2,3	23,5

Nejvyšší teplota (34,6 °C) byla zaznamenána čidlem č. 4 (oblast břicha), toto místo se jeví průměrně nejteplejší. Naopak nejnižší teplota a zároveň nejnižší průměrná teplota ze všech sledovaných oblastí, byla zaznamenána čidlem č. 6 (oblast lopatek). Nejvyšší pokles teploty mikroklimatu byl zaznamenán čidlem č. 5 (dolní polovina zad). Žlutou barvou jsou v tabulce označeny místa na těle, kde došlo k nárůstu teploty mikroklimatu.

Graf vlhkosti:

Křivka čidla č. 6. (oblast lopatek) dosahovala již v desáté minutě fyzické zátěže svého maxima a to téměř 100 %. Od 15min začaly hodnoty klesat až na konečných 62 %. Další pokles byl zaznamenán u čidla č. 3 (přední pravá strana horní poloviny

těla). Maximálních hodnot (98 %) tato křivka dosahovala v 15min. Následoval pokles až na konečných 77 %. Klesající průběh byl zaznamenán i u křivky č. 5 (oblast dolní poloviny zad). Z maximální hodnoty 98 % klesla na 33%. Je možné, že čidlo bylo porouchané z důvodu přílišného poklesu. Oblast srdce zaznamenávala rostoucí hodnoty do 40min, kde vlhkost dosahovala 90 %. Následoval mírný pokles na 87 %. Oblast břicha opět vykazovala nejvyšší vlhkost po celou dobu fyzické zátěže, a to 98 %. Nebyl zde zaznamenán žádný pokles.

Graf vlhkosti mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 57. Tabulka č. 27 uvádí přehled maximálních, minimálních hodnot a jejich rozdíl, dále nejvyšší a zároveň nejnižší průměrnou vlhkost.

Tab. č. 27 Údaje o vlhkosti – 100% polyester

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	90,7	77,4	13,3	85
3	98,8	67,4	31,4	87,5
4	98,7	70	28,7	94,7
5	96,8	33	63,8	64,5
6	99,8	62,3	37,5	85,8

Největší vlhkost mikroklimatu (99,8 %) byla zaznamenána v oblasti lopatek (čidlo č. 6). Velmi výrazná vlhkost byla naměřena na všech sledovaných částech těla. Čidlo č. 5 (dolní polovina zad) naměřilo minimální hodnotu (33 %) a zároveň i největší pokles vlhkosti a to o téměř 64 %, jde současně o oblast s nejnižší průměrnou vlhkostí. Nejvyšší průměrná vlhkost od páté minuty fyzické zátěže byla naměřena v oblasti břicha. Jmenované čidlo překrýval pás sloužící pro uchycení měřicího zařízení.

Shrnutí:

Z grafu nebyl zaznamenán žádný velký přírůstek nebo úbytek teploty mikroklimatu. Oblast břicha byla opět ovlivněna pásem sloužícím pro upevnění měřicí jednotky.

V dotazníku sledovaný jedinec uvedl, že na počátku fyzické zátěže měl studené teplotní pocity. V průběhu a po fyzické zátěži už byly tyto pocity teplejší.

Vlhkost mikroklimatu v oblasti lopatek, dolní poloviny zad (v tomto případě bylo čidlo porouchané) a pravé strany hrudníku klesala. Čidlo umístěné na triku v oblasti srdce zaznamenávalo rostoucí hodnoty vlhkosti po celou dobu zátěže. Stejně tak jako čidlo č. 4 umístěné v oblasti břicha.

V průběhu testu proband cítil mírné a na konci fyzické zátěže výrazné vlhkostní pocity.

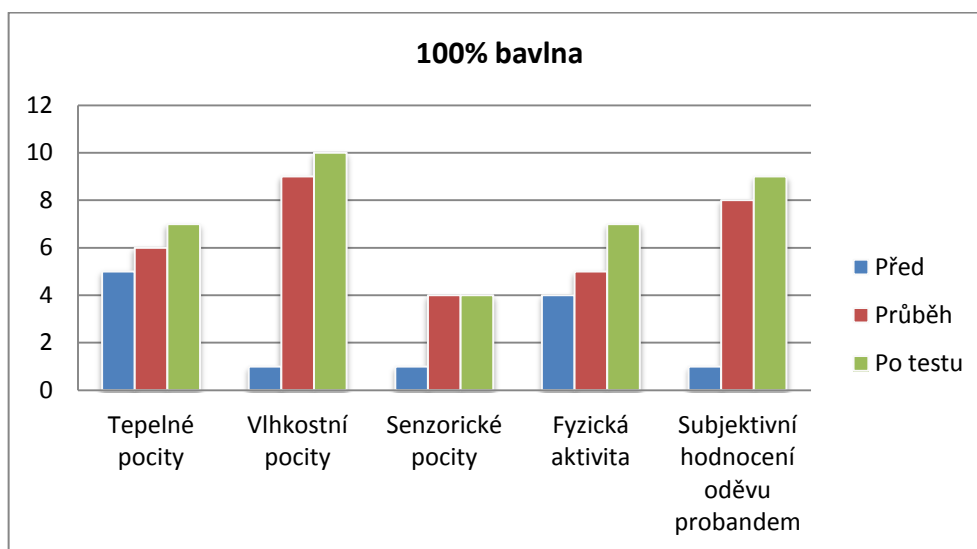
❖ 100% bavlna

Triko ze 100% bavlny, bylo testované za následujících podmínek:

- průměrná teplota naměřená almemem: 6,2 °C
- průměrná teplota naměřená kontrolním čidlem: 6,03 °C
- průměrná vlhkost naměřená almemem: 80 %
- průměrná vlhkost naměřená kontrolním čidlem: 80,9 %
- rychlost větru: 0 m/s

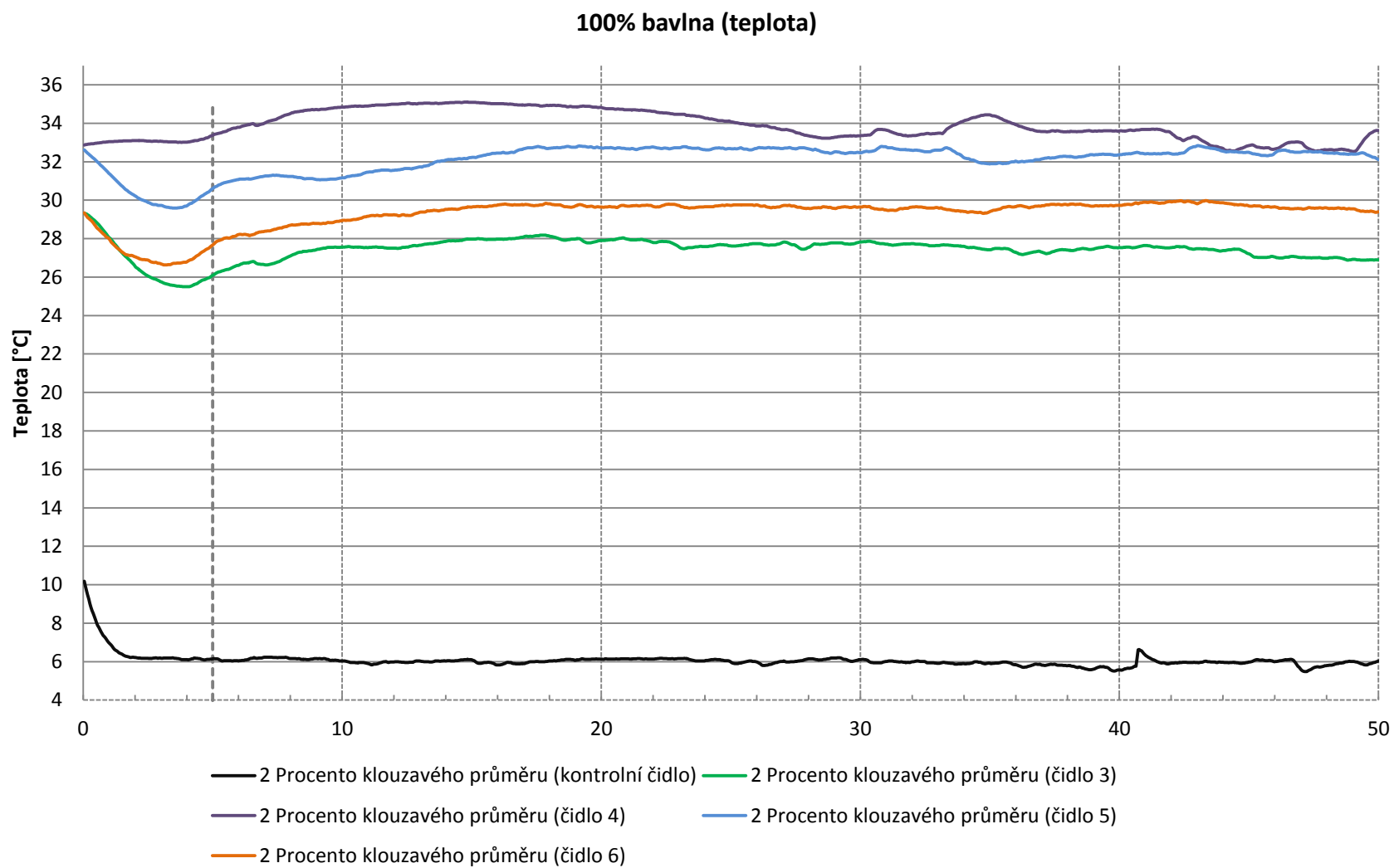
Průměrná hodnoty teploty a vlhkosti byly vypočteny až po jejich ustálení.

Obr. č. 58 Vyhodnocení dotazníku – 100% bavlna

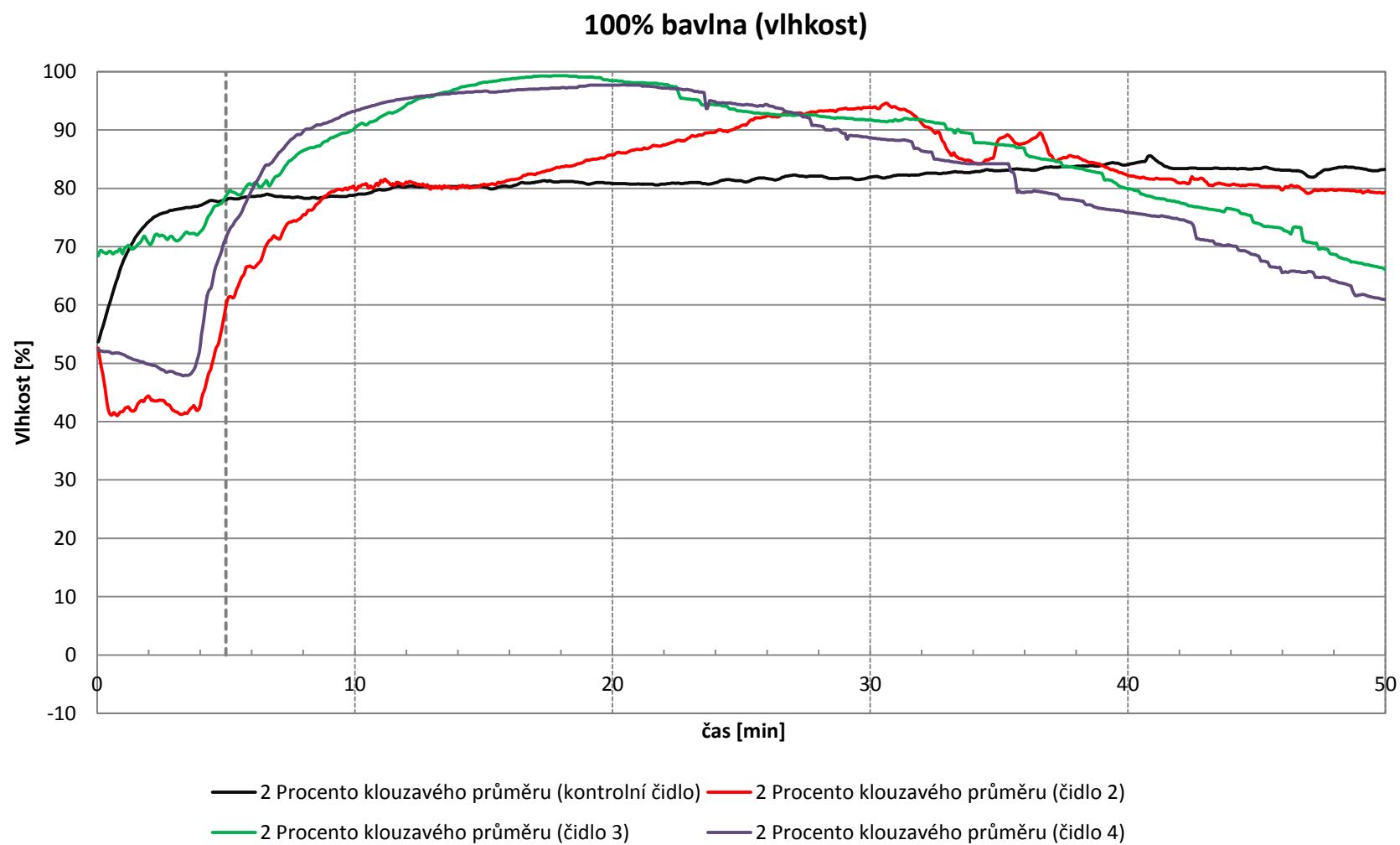


Obrázek č. 58 znázorňuje odpovědi sledovaného jedince před, v průběhu a po fyzické zátěži. Tepelné pocity byly v průběhu i po ukončení testu teplé. Vlhkostní pocity v průběhu testu byly výrazné a po jeho ukončení extrémní. Senzorické pocity byly po fyzické zátěži neutrální. Jedinec označil triko jako nepříjemné a to především z důvodu pocitu mokra.

Obr. č. 59 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% bavlna)



Obr. č. 60 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% bavlna)



Graf teploty:

Nejteplejším místem na těle byly opět oblasti dolní poloviny zad a břicha. A to z důvodu připevněného pásu sloužícího pro přichycení měřící jednotky. U čidla č. 4 (oblast břicha) byl zaznamenán menší úbytek v rozsahu 1 až 2 °C. Po ustálení se teplota pohybovala na těchto částech těla od 32 – 34 °C. Oblast lopatek, stejně tak jako pravá strana hrudníku nezaznamenala větší kolísání teploty. Přibližně od 15min se teplota držela v rozsahu od 29 – 30 °C na lopatkách a 27 – 28 °C v horní pravé polovině těla. Čidlo umístěné na triku v oblasti srdce zaznamenávalo klesající hodnoty do 25min fyzické zátěže. Po té nastal prudký nárůst. Je pravděpodobné, že čidlo bylo porouchané, a proto bylo s dalšího hodnocení vyloučeno.

Graf teploty mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 59. Tabulka č. 28 uvádí přehled maximálních, minimálních hodnot, jejich rozdíl, nejvyšší a zároveň nejnižší průměrnou teplotu

Tab. č. 28 Údaje o teplotě - 100% bavlna

Čidlo	Teplota [°C]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	x	x	x	x
3	28,2	26,9	1,3	27,4
4	35	32,5	2,5	33,9
5	32,8	29,6	3,2	32,1
6	30	26,6	3,4	29,4

Nejvyšší teplota (35 °C) byla zaznamenána čidlem č. 4 (oblast břicha), toto místo se jevílo průměrně nejteplejší. Naopak nejnižší teplota byla zaznamenána čidlem č. 6 (oblast lopatek), na tomto místě teplota mikroklimatu vzrostla nejvíce a to o 3,4 °C. Nejnižší průměrná teplota mikroklimatu se nacházela na pravé straně hrudníku.

Graf vlhkosti:

Klesající vlhkost byla zaznamenána v oblasti břicha a na pravé straně hrudníku. Rozdíl hodnot obou sledovaných čidel, naměřených v 19 minutě a po ukončení fyzické zátěže činil 33 %. Oblast srdce vykazovala do 31minuty testu stoupající hodnoty vlhkosti (95 %). Následoval pokles na 80% vlhkost. Čidlo č. 5 (dolní polovina zad) a čidlo č. 6 (oblast lopatek) byla pravděpodobně porouchaná. Z jejich průběhu jsou patrné prudké poklesy vlhkosti. Z grafu a dalšího hodnocení proto byly vyloučeny. Již

v průběhu testu měl sledovaný jedinec výrazné vlhkostní pocity. Po ukončení fyzické zátěže už byly extrémní.

Graf vlhkosti mikroklimatu snímané čidly je zobrazen na obr. č. 60. Tabulka č. 29 uvádí přehled maximálních, minimálních hodnot, jejich rozdíl, nejvyšší a zároveň nejnižší průměrnou teplotu

Tab. č. 29 Údaje o vlhkosti - 100% bavlna

Čidlo	Vlhkost [%]			
	max	min	rozdíl	průměr
2	94,6	79,2	15,4	85
3	99,3	66	33,3	88
4	97,8	60,9	36,9	85,4
5	x	x	x	x
6	x	x	x	x

Největší vlhkost mikroklimatu (99,3 %) a nejvyšší průměrná vlhkost byla zaznamenaná v oblasti pravé strany hrudníku. Nejnižší hodnota byla naměřena v oblasti břicha a to po ukončení testu. Zde byl vypočten největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Nejnižší průměrná hodnota byla naměřena v oblasti srdce čidlem č. 2. Křivky vygenerované čidlem č. 5 a 6 byly z tabulky a grafu vyloučeny, neboť zaznamenaly nepravděpodobný úbytek vlhkosti doprovázený několika zkraty, které byly způsobené nedostatečnou přilnavostí čidel k pokožce těla

Shrnutí:

Z grafu teploty není zřejmý pokles u žádného z čidel. Nejteplejším místem na těle byla oblast břicha dolní polovina zad a to z důvodu pásu, který tato čidla překrýval.

Sledovaný jedinec měl na počátku a v průběhu fyzické zátěže spíše studenější tepelné pocity, bezprostředně po fyzické zátěži v triku teplo.

Graf vlhkosti mikroklimatu zaznamenal pokles v horní pravé i levé přední polovině těla a dále v oblasti břicha. Bavlna má výbornou sorpci, ale nevýhodou je, že se ve vláknech vlhkost drží a není odváděna do dalších vrstev. Po navlhnutí dochází k bobtnání vláken a tím klesá pórovitost textilie, což zapříčiní pokles prostupnosti vlhkosti a zároveň se sníží tepelná izolace. Dvě čidla se v průběhu testu porouchala, proto by se měl celý test zopakovat.

Již v průběhu testu cítil sledovaný jedinec výrazné a na konci testu extrémní vlhkostní pocity. Na počátku testu bylo triko příjemné, nepůsobilo diskomfortně. Po ukončení fyzické zátěže již bylo triko nepříjemné, lepilo se na tělo a proband na těle cítil extrémní vlhkost.

Tab. č. 30 Funkčnost čidel vlhkosti při jednotlivých měření ve venkovním prostředí

Triko	Čidla					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
100% polypropylen	+	+	-	+	+	-
100% polyester	+	+	+	+	+	+
100% vlna Merino	+	-	+	+	-	-
100% bavlna	+	+	+	+	-	-
55% polypropylen, 27% bavlna 18% lyocel	+	+	-	+	+	-

Tabulka č. 30 znázorňuje funkčnost jednotlivých čidel při měření triček ve venkovním prostředí. Zelenou barvou jsou znázorněna čidla, která byla funkční po celou dobu měření. Červenou barvou jsou znázorněna čidla, která vykazovala nepřesnosti při měření, např. nepravděpodobný pokles vlhkosti doprovázený zkraty způsobené nedostatečnou přilnavostí čidel k pokožce.

Čidlo č. 1 bylo kontrolní a hodnoty jím snímané vždy odpovídaly hodnotám naměřeným Almemem.

Čidla č. 4 a 5 byly sice funkční, ale výsledky ovlivňoval pás sloužící pro přichycení měřicího zařízení. Tento pás zmiňovaná čidla překrýval. Docházelo tedy ke zkreslení výsledků.

6.4.2.1. Celkové shrnutí druhé části experimentu provedené ve venkovním prostředí

Pro měření ve venkovním prostředí bylo vybráno triko ze 100% vlny Merino, 100% polyesteru, 100% polypropylenu a triko složením 55 % polypropylen/ 27 % bavlna/ 18 % lyocelová vlákna a pro srovnání bylo proměřeno triko ze 100% bavlny. Před měřením se na tato trika přišly senzory snímající vlhkost a teplotu mikroklimatu, tedy vzduchové vrstvy nacházející se mezi pokožkou a první vrstvou oděvu.

Jako fyzická zátěž, ve které měl sledovaný jedinec setrvat po dobu 50 minut, byl stanoven běh. Testování se uskutečnilo na harcovském stadionu v Liberci. Po konzultaci s odborníky z Katedry tělesné výchovy, byla určena tepová frekvence, která se pohybovala na 70 % maximální tepové frekvence. V tomto intervalu setrval proband po celou dobu měření.

Stejně tak jako při testování první vrstvy v klimatizované místnosti, tak i v tomto případě byl před, v průběhu a po ukončení zátěže předložen dotazník týkající se tepelných, vlhkostních a senzorických pocitů, zároveň také fyzické aktivity a subjektivního hodnocení první vrstvy oděvu. Hodnocení probíhalo na škále od 1 – 10. Všechny dotazníky je možné shlédnout v příloze č. 1 této práce.

Dotazníky:

Bezprostředně po ukončení fyzické zátěže měl sledovaný jedinec teplé pocity v triku ze 100% polypropylenu a v triku ze 100% bavlny. O jednu škálu méně bylo probandovi teplo v triku ze 100% polyesteru a v triku složením 55 % polypropylen/ 27 bavlna/ 18 % lyocelová vlákna. V triko ze 100% vlny Merino bylo sledovanému jedinci nejtepleji ze všech sledovaných.

Vlhkostní pocity označil za extrémní v triku ze 100% vlny Merino a 100% bavlny. Druhý nejhorší stupeň patří triku ze 100% polypropylenu a směsi 55 % polypropylen/ 27 % bavlna/ 18 % lyocelová vlákna. V triku ze 100% polyesteru měl proband výrazné vlhkostní pocity, což je ale nejméně ze sledovaných trik.

Neutrální senzorické pocity měl sledovaný jedinec po ukončení testu v triku ze 100% vlny Merino, 100% polypropylenu, 100% bavlny a v triku ze směsi. Mírně nepříjemné pocity měl při testování trika ze 100% polyesteru.

Co se týče subjektivního hodnocení oděvu probandem, nejlépe ohodnocená trika jsou složením 100% vlna Merino a triko ze směsi, která byla zhodnocena jako neutrální. Nejhorší hodnocení získalo triko ze 100% bavlny a 100% polypropylenu. Tato trika byla po ukončení testu nepříjemná a proband měl pocit mokra na těle. O jeden stupeň lepší se jevílo triko ze 100% polyesteru.

Graf teploty mikroklimatu:

Z průběhu křivek, značící teplotu mikroklimatu na sledovaných místech těla, není patrný žádný větší výkyv teplot u všech testovaných trik. Po ustálení (zhruba pátá minuta zátěže) se teplota nijak výrazně neměnila. Největší průměrná teplota mikroklimatu (30,7 °C) byla zaznamenána pod trikem ze 100% bavlny. Naopak nejnižší průměrná teplota mikroklimatu sledovaných částí těla byla naměřena pod trikem složením 55 % polypropylen/ 27 % bavlna/ 18 % lyocelová vlákna. Zde byla zaznamenána i nejnižší průměrná vlhkost mikroklimatu a to 75,2 % (při okolních podmínkách 76,4 % vlhkosti). Výsledky byly ovlivněny okolní teplotou, která byla v případě testování bavlněného trika nejvyšší ze všech ostatních dnů (6,2 °C) a při měření trika ze směsi byla okolní teplota naopak nejnižší ze všech (-10 °C).

Graf vlhkosti mikroklimatu:

Vyhodnocení vlhkosti mikroklimatu pod sledovanými triky není jednoduché a to z důvodu vysokého počtu nefunkčních čidel a dále z důvodu použití pásu pro upevnění měřicího zařízení, které výsledky podstatně ovlivňoval. Je zapotřebí testování zopakovat.

- Při testování trika ze 100% vlny Merino lze uvažovat pouze čidlo č. 3 (pravá strana hrudníku), čidlo č. 4 (oblast břicha) bylo zakryté pásem, který sloužil pro připevnění měřicí jednotky. Ostatní sledované části těla (čidla 2, 3, 6) zaznamenaly výrazný pokles vlhkosti v krátkém čase. Vlhkost mikroklimatu klesala k nule.
- Testování trika ze 100% polypropylenu doprovázely opět komplikace spojené s nefunkčností čidel č. 3 (pravá strana hrudníku) a č. 6 (oblast lopatek). Vlhkost mikroklimatu klesala k velmi nízkým hodnotám. Skokový pokles byl zaznamenán čidlem č. 2 (oblast srdce) ve 40té minutě, což mohlo být způsobené nedostatečnou přilnavostí čidla k tělu. Lze uvažovat pouze čidla č. 4 (oblast břicha) a č. 5 (dolní polovina zad), kde vlhkost mikroklimatu klesla o 27 %.
- Vlhkost mikroklimatu pod trikem ze 100% bavlny klesala na všech sledovaných částech těla. Z přehledu však je třeba vyřadit čidlo č. 6 (oblast lopatek), kde vlhkost klesala do -5 °C, což je nesmysl. Další částí těla, kde mohl být zkeslen výsledek je dolní polovina zad (čidlo č. 5), zde došlo opět k odchlípnutí čidla od těla. Čidlo č. 2 (oblast srdce), č. 3 (pravá strana hrudníku) a č. 4 (oblast břicha) zaznamenaly úbytek vlhkosti mikroklimatu. Klesající vlhkost v oblasti břicha,

kde byl umístěn pás pro připevnění měřicího zařízení je dána velmi dobrou sorpční vlastností bavlny. Je však jen otázkou času, kdy by vlhkost přestala klesat.

- Triko složením 55 % polypropylen/ 27 % bavlna/ 18 % lyocel zaznamenalo podobný úbytek vlhkosti mikroklimatu jako při testování trika ze 100% bavlny. Z hodnocení byla odstraněna čidla č. 3 (pravá strana hrudníku), dále čidlo č. 6 (oblast lopatek). Po 30té minutě zátěže zaznamenalo čidlo č. 2 skokový úbytek vlhkosti o 20 %, což bylo pravděpodobně dáno nedostatečnou přilnavostí čidla k tělu. Hodnotit lze tedy pouze čidla č. 4 (oblast břicha) a 5 (oblast dolní poloviny zad). V této části těla však byl připevněn pás pro přichycení měřící jednotky. Proto výsledky nejsou směrodatné a je jen otázkou, jak by výsledky vypadaly v případě, že by testování probíhalo bez pásu.
- Triko ze 100% polyesteru bylo opakovaně testované, takže výsledky uvedené v grafu vlhkosti mikroklimatu jsou vyhovující. Klesající vlhkost byla zaznamenána čidlem č. 3 (pravá strana hrudníku) a čidlem č. 6 (oblast lopatek). Naopak rostoucí vlhkost zaznamenalo čidlo č. 2 (oblast srdce) a to po celou dobu zátěže. Čidlo č. 4 (oblast břicha) bylo ovlivněno pásem sloužícím pro připevnění měřicího zařízení.

Pokud bychom hodnotili podle subjektivních pocitů sledovaného jedince, tak jako nejlepší se jeví triko ze 100% vlny Merino a triko ze směsi, která nezpůsobovala nepříjemné pocity i přes to, že jedinec pociťovat extrémní vlhkost. Zmiňovaná trika se po ukončení fyzické zátěže na tělo lepila jen místy. Celkově působila neutrálně. Teplota mikroklimatu pod trikem ze směsi však po celou dobu stoupala.

Další v pořadí je triko ze 100% polyesteru, které sice nezpůsobilo nepříjemné pocity (škrábání, píchání), ale podle subjektivního hodnocení působilo nepříjemně z důvodu lepení se na tělo. Nejhuře zhodnocené triko bylo ze 100% polypropylenu a 100% bavlny a to z důvodu extrémní vlhkosti, kdy se triko lepilo na tělo, což je nepříjemné.

Pořadí	Triko
1.	100% vlna Merino (Devod)
2.	100% polyester (Adidas)
3.	55% polypropylen, 27 % bavlna, 18 % lyocelová vlákna
4.	100% polypropylen (Propy Bac)
5.	100% bavlna

7. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo otestovat fyziologické vlastnosti první vrstvy oděvu při reálné fyzické zátěži a následně subjektivně zhodnotit vybraná trika, co se týče tepelných, vlhkostních a senzorických pocitů. Nakonec vyhodnotit výsledky a stanovit, který z materiálů je pro první vrstvu nejvhodnější.

Pro experiment bylo náhodně vybráno šest typů první vrstvy oblečení lišících se materiálovým složením. Jmenovitě:

- ❖ triko ze 100% polyesteru (zn. Adidas),
- ❖ triko ze 100% polypropylenu (zn. Propy Bac)
- ❖ triko ze 100% vlny Merino (zn. Devold)
- ❖ smyčkový úplet obsahující 55 % polypropylenu/ 27 % bavlny/ 18 % lyocelu
- ❖ triko složením 80 % bavlna/ 20 % polyamid (zn. Jitex)
- ❖ triko ze 100% bavlny.

Před měřením se na tato trika přišily senzory snímající vlhkost a teplotu mikroklimatu. Tedy vzduchové vrstvy nacházející se mezi pokožkou a první vrstvou oděvu.

Po konzultaci s odborníky z katedry tělesné výchovy, byla určena tepová frekvence, která se pohybovala na 70 % maximální tepové frekvence každého z probandů. V tomto intervalu setrvali po celou dobu měření.

V první fázi experimentu byla trika z vlny, polypropylenu, polyesteru a směsi bavlna/polyamid otestována v klimatizované místnosti na katedře oděvnictví, Technické univerzity v Liberci. Jako zátěž byla zvolena jízda na stacionárním kole po dobu čtyřicetipěti minut. Jedinec po celou dobu udržoval stanovenou tepovou frekvenci v rozmezí od 135 do 145 tepů za minutu.

Ve druhé části experimentu se testovala trika ze polyesteru, polypropylenu, vlny, bavlny a směsi 55%polypropylen/27% bavlna/18% lyocelová vlákna. Pro testování ve venkovním prostředí, byl zvolen běh jako fyzická zátěž, přičemž proband udržoval tepovou frekvenci v rozmezí od 140 do 160 tepů za minutu. Z důvodu nepříznivého počasí měl sledovaný jedinec na testovaném triku druhou vrstvu oblečení (složením 80 % polyester a 20 % elastan) a třetí svrchní ochrannou vrstvu (zn. Direct Alpine). Experiment uskutečněný ve venkovním prostředí byl proveden na harcovském stadionu, kde je volné prostranství bez rušivých elementů zapříčiňujících rušení signálů. Dosah signálu je půl kilometru.

K zaznamenávání dat byla využita aplikace HUMITEM, která byla vyvinuta na Technické univerzitě v Liberci ve Výzkumném centru. Data jsou přijímány přes DECT modul a prostřednictvím USB jsou přehrávána do notebooku, kde se zobrazují v grafech. Výsledky byly vyhodnoceny v MS Office.

Senzory byly kalibrovány v klimatické komoře Vötsch společně s přístrojem Almemo 2290 – 4, na který byl připojen senzor FH A 646 – 1., který relativní vlhkost měří od 5 do 98 % s přesností 2 %. Teplotu vzduchu snímá od -20 do +80 °C. Pro srovnání s přístrojem Humitem byly po celou dobu monitorovány venkovní teplotní a vlhkostní podmínky přístrojem Almemo 2290 – 4, ke kterému bylo jmenované čidlo připojeno.

Před, v průběhu a po ukončení zátěže byl předložen dotazník týkající se tepelných, vlhkostních a senzorických pocity, zároveň také fyzické aktivity a subjektivního hodnocení první vrstvy oděvu. Hodnocení probíhalo na škále od 1 – 10.

Po vyhodnocení dotazníků **v první fázi experimentu** se jeví jako nejlepší triko ze 100% vlny Merino. Jako druhé triko je ze 100% polyesteru, dále triko složením 80 % bavlna a 20 % polyamid. Nejhorší zhodnocené triko bylo ze 100% polypropylenu.

Z průběhu křivek, značící teplotu mikroklimatu na sledovaných místech těla, je patrná klesající tendence u všech testovaných trik. Největší teplotní rozdíl (3,5 °C) byl zaznamenán u trika složením 80 % bavlna, 20 % polyamid. Bavlna má velmi dobré sorpční vlastnosti, vlhkost se však ve vláknu drží a tím je odvod vlhkosti přes oděv pozastaven a zároveň se snižuje tepelně izolační schopnost oděvu. Vlhkost se z vlákna musí odpařit a k tomu je zapotřebí výparné teplo. Výsledkem je diskomfort projevující se vznikem chladu na povrchu těla. Vlhkost mikroklimatu pod diskutovaným trikem neustále stoupala po celou dobu fyzické zátěže, což vede k nežádoucímu diskomfortu.

U všech sledovaných trik byl zaznamenán rostoucí průběh vlhkosti po celou dobu měření čidlem č. 4, které bylo umístěné na triku v oblasti břicha. Rostoucí vlhkost v této oblasti je logická a to z důvodu polohy, v které cyklisté na kole spočívají. Na břiše se mohou tvořit záhyby, kde se vlhkost hromadí.

Z faktů uvedených výše, bylo triko značky Jitex (80% bavlna, 20% polyamid) zhodnoceno jako nejhorší, a to z důvodu neustále rostoucí vlhkosti. Neuspokojivé výsledky vykazovalo triko ze 100% polypropylenu. Byl zaznamenán malý pokles vlhkosti a sledovaný jedinec po ukončení zátěže měl velmi nepříjemné pocity a extrémní vlhkost po těle. Největší úbytek vlhkosti byl zaznamenán pod trikem ze

100% polyesteru a činil 33 %. Vlhkost mikroklimatu klesla v triku ze 100% vlny Merino o 27 %. S ohledem na tepelné, vlhkostní, senzorické pocity a subjektivní hodnocení oděvu probandem je triko ze 100% vlny Merino vyhodnoceno jako nejvhodnější ze všech testovaných.

Po vyhodnocení dotazníků **z druhé fáze experimentu** se jeví triko ze 100% vlny Merino a triko ze směsi, které nezpůsobovaly nepříjemné pocity jako nejlepší a to i přes to, že jedinec pociťovat extrémní vlhkost. Trika se po ukončení fyzické zátěže lepila na triko jen místy a celkově působila neutrálně. Teplota mikroklimatu pod trikem ze směsi po celou dobu stoupala. Další v pořadí je triko ze 100% polyesteru, které sice nepůsobilo nepříjemné pocity (škrábání, píchání), ale podle subjektivního hodnocení působilo nepříjemně z důvodu lepení se na tělo. Nejhuře zhodnocené triko bylo ze 100% polypropylenu a 100% bavlny a to z důvodu extrémní vlhkostních pocitů, kdy se současně triko lepilo se na tělo.

Z průběhu křivek, značící teplotu mikroklimatu na sledovaných místech těla, není patrný žádný větší výkyv teplot. Po ustálení (zhruba pátá minuta zátěže) se teplota nijak výrazně neměnila. Největší průměrná teplota mikroklimatu (30,7 °C) byla zaznamenaná pod trikem ze 100% bavlny. Naopak nejnižší průměrná teplota mikroklimatu sledovaných částí těla byla naměřena pod trikem složením 55 % polypropylen/ 27 % bavlna/ 18 % lyocelová vlákna. Zde byla zaznamenaná i nejnižší průměrná vlhkost mikroklimatu a to 75,2 % (při okolních podmínkách 76,4 % vlhkosti). Výsledky byly ovlivněny okolní teplotou, která byla v případě testování bavlněného trika nejvyšší ze všech ostatních dnů (6,2 °C) a při měření trika ze směsi byla okolní teplota naopak nejnižší ze všech (-10 °C).

Vyhodnocení vlhkosti mikroklimatu pod sledovanými triky není jednoduché a to z důvodu vysokého počtu nefunkčních čidel. Další faktor, který ovlivňoval výsledky, byl pás sloužící k připevnění měřicího zařízení upevněný v oblasti břicha a dolní poloviny zad. Tedy na místě, kde byla umístěna čidla č. 4 a 5. Tento pás zamezoval transport vlhkosti, která se v mikroklimatu držela. Z těchto podstatných důvodů je nutné experiment zopakovat.

Z experimentu je zřejmé, že propustnost vodních par souvisí s materiálem, ze kterého je oděv vyroben, dále se strukturou a pórovitostí textilie. Vliv má i tloušťka pleteniny, povrchová úprava a prodyšnost. Dále má vliv jemnost vláken, jejich délka a případné zkadeření. Jejich sorpce, povrchové napětí vláken a profil. Dále zda jsou hydrofobní nebo hydrofilní. Pokud bude experiment opakován, je třeba jmenované informace a vlastnosti zjistit.

8. LITERATURA

- [1] SHISHOO, Roshan. *Textiles in sport*. Woodhead Publishing in textiles, 2005. ISBN 978-1-85573-922-2
- [2] Parafín v textilií, obrázek, *Současný stav v oboru inteligentních a interaktivních textilií* [online] [cit.2012–01- 03]. Dostupné z: www.mateo.ntc.zcu.cz/doc/Stav.doc
- [3] MILITKÝ, J.: *Technické textilie*, vybrané kapitoly. 2. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 978–80-7372-170-1
- [4] SONG, G.: *Improving komfort in clothing*, Woodhead Publishing Limited, Sawston, Cambridge CB22 3HJ, United Kingdom, ISBN 978-1-84569-539-2
- [5] RŮŽIČKOVÁ, D.: *Oděvní materiály*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-682-2
- [6] STANĚK, J., *Standardizace textilních výrobků*, 1. vydání Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7372-029-9
- [7] FLÉGLOVÁ, Z.: *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů*, Liberec, Technická univerzita v Liberci, Katedra oděvnictví, [online] [cit.2012–02- 13]. Dostupné z: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-02-17/12-04-02.pdf>
- [8] HES, L., *Úvod do komfortu textilií*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [9] MILITKÝ, J.: *Textilní vlákna: klasická a speciální*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-644-X
- [10] *Přední hypotalamus* [online] [cit.2012–01- 03]. Dostupné z: www.med.muni.cz/nanat/Hypothalamus.doc
- [11] JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M., *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly Autonomní nervový systém*, Fakulta sportovních studií MU, Brno 2006 [online] [cit.2012–02- 13]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/ch01s03.html>
- [12] *Sympatický nervový systém* [online] [cit.2012–01- 03]. Dostupné z: <http://lekarske.slovníky.cz/lexikon-pojem/sympaticky-nervovy-system-sympatikus-11>

- [13] HORNÍČEK, P.: *Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla* (online), Technická univerzita v Liberci, Katedra oděvnictví, 2002, [online] [cit.2012–01- 11]. PDF formát, 2 181 kB. Dostupné z: www.kod.tul.cz/predmety/.../Odvod%20vlhkosti%20a%20tepla.pdf
- [14] ARNDT, T., *Pocení* [online]. 2009. [cit.2012–01- 03]. Dostupné z: <http://www.celostnimedicina.cz/poceni.htm>
- [15] HAVELKA, A.: *Transport properties of smart textiles*. In.: the 13th international conference Strutex. Faculty of Textile Engineering Technical University of Liberec 2006. ISBN 80-7372-135-X
- [16] *Vysocefunkční textilie, sport, outdoor*, [online]. Katedra designu, Technická univerzita v Liberci, [cit.2012–01- 03]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/6_sport0.pdf
- [17] *Jak na systém vrstveného oblékání* [online] [cit.2012–01- 05]. Dostupné z: <http://www.humi.cz/?lg=cz&str=20&id=100&n=jak-na-system-vrstveneho-oblekani>
- [18] *Funkční triko*, první vrstva oblečení. [online] [cit.2012–01- 05]. Dostupné z: <http://www.funkcnipradlo.cz/damske-triko-x-bionic-energizer-dlouhy-rukav.html#popis>
- [19] *Funkční ponožka*, první vrstva oblečení. [online] [cit.2012–01- 05]. Dostupné z: <http://www.funkcnipradlo.cz/ponozky-texpon-dunagiri.html#popis>
- [20] *Funkční mikina*, druhá vrstva oblečení. [online] [cit.2012–01- 05]. Dostupné z: <http://www.directalpine.cz/pulover-tonale-lady-25>
- [21] *Funkční bunda*, třetí ochranná vrstva oblečení. [online] [cit.2012–01- 05]. Dostupné z: <http://www.tilak.cz/detail.php?lang=cz&id=135>
- [22] *Syntetická vlákna*, Liberec, [online] Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci [cit.2012–01- 05] Dostupné z: www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/synteticka_vlakna.pdf
- [23] GRABMÜLLEROVÁ, J., *Polypropylenová vlákna*. [online] Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. 2005 [cit.2012–02- 03] Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/polypropylen>
- [24] GRABMÜLLEROVÁ, J., *Polyesterová vlákna*. [online] Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. 2005 [cit.2012–02- 03] Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/polyester>

- [25] GRABMÜLLEROVÁ, J., *Polyamidová vlákna*. [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. 2005. [cit.2012–02- 03] Dostupné z:
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/polyamid>
- [26] *Chemická vlákna*, [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. [cit.2012–02- 06] Dostupné z:
http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/chemicka_vlakna.pdf
- [27] GRABMÜLLEROVÁ, J., *Viskóza*, [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. 2005 [cit.2012–02- 03] Dostupné z:
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/viskoza>
- [28] *Rostlinná vlákna*, bavlna, [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. [cit.2012–02- 03] Dostupné z:
http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/6-rostlinna_vlakna.pdf
- [29] *Živočišná vlákna, vlna* [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. [cit.2012–01- 05] Dostupné z:
http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/7-zivocisna_vlakna.pdf
- [30] GRABMÜLLEROVÁ, J., *Lyocelová vlákna*, [online]. Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci. 2005 [cit.2012–03- 01] Dostupné z:
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/lyocel>
- [31] DOLEŽAL, I., SVOBODA, P. EXNAR, P.: *Medium range contactless data transfer of temperature and humidity from an overal*, 14th international conference, structure and structural mechanics of textiles, TU Liberec, 2007
- [32] Výzkumné centrum TEXTIL II, Přístroj Almemo, [online]. Technická univerzita v Liberci. [cit.2012–03- 15] Dostupné z: http://vct.tul.cz/prac_fyz_text3.php
- [33] DOVADIL, J. a kolektiv, *Výkon a trénink ve sportu*, Praha, Olympia 2009, 3. vydání ISBN 978-80-7376-130-1
- [34] *Hodinky Suunto* [online] [cit.2012–07- 03] Dostupné z:
<http://www.suunto.com/global/en/products/Heart-Rate-Monitors/suunto-t6d/suunto-t6d-black-flame>
- [35] *Technologie používané firmou Rogelli* [online] [cit.2012–25- 09] Dostupné z:
<http://www.rogelli.cz/materialy/>
- [36] *Technologie používané firmou Adidas* [online] [cit.2012–25- 09] Dostupné z:
<http://www.adidas-info.cz/technologie>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Parafín v textiliích	15
Obrázek č. 2 Princip třívrstvého oblékání	42
Obrázek č. 3 Funkční triko, první vrstva	44
Obrázek č. 4 Funkční ponožka, první vrstva	44
Obrázek č. 5 Funkční mikina, druhá vrstva	45
Obrázek č. 6 Funkční bunda, třetí vrstva	46
Obrázek č. 7 Polypropylen - podélný směr	47
Obrázek č. 8 Polypropylen - příčný řez	47
Obrázek č. 9 Polyester - podélný směr	48
Obrázek č. 10 polyester - příčný řez	48
Obrázek č. 11 Polyamid - podélný směr	49
Obrázek č. 12 Polyamid - příčný řez	49
Obrázek č. 13 Viskóza - podélný směr	50
Obrázek č. 14 Viskóza - příčný řez	50
Obrázek č. 15 Vlna Merino	51
Obrázek č. 16 Bavlna – podélný směr	52
Obrázek č. 17 Bavlna – příčný řez	52
Obrázek č. 18 Lyocelová vlákna – podélný směr	53
Obrázek č. 19 Lyocelová vlákna – příční řez	53
Obrázek č. 20 Čidlo	55
Obrázek č. 21 Bezdrátová jednotka	56
Obrázek č. 22 Umístění čidel na triku	56
Obrázek č. 23 Almemo 2290 – 4	57
Obrázek č. 24 Kalibrace 1. čidla	58
Obrázek č. 25 Kalibrace 2. Čidla	58
Obrázek č. 26 Kalibrace 3. Čidla	59
Obrázek č. 27 Kalibrace 4. Čidla	59
Obrázek č. 28 Kalibrace 5. Čidla	60
Obrázek č. 29 Kalibrace 6. Čidla	60
Obrázek č. 30 Kalibrace čidel	61
Obrázek č. 31 Suunto t6d	62
Obrázek č. 32 Testování triček v klimatizované místnosti	63
Obrázek č. 33 Vyhodnocení dotazníku – 100% vlna Merino (Devodl)	65
Obrázek č. 34 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% vlna Merino)	66
Obrázek č. 35 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% vlna Merino)	67

Obrázek č. 36 Vyhodnocení dotazníku – 100% polypropylen (Propy Bac)	71
Obrázek č. 37 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polypropylen)	72
Obrázek č. 38 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polypropylen).....	73
Obrázek č. 39 Vyhodnocení dotazníku – 100% polyester (Adidas).....	77
Obrázek č. 40 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polyester).....	78
Obrázek č. 41 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polyester)	79
Obrázek č. 42 Vyhodnocení dotazníku – 80% bavlna, 20% polyamid (Jitex)	83
Obrázek č. 43 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (80% bavlna, 20% polyamid)....	84
Obrázek č. 44 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (80% bavlna, 20% polyamid) ...	85
Obrázek č. 45 Testování trik ve venkovním prostředí	92
Obrázek č. 46 Vyhodnocení dotazníku – 100% vlna Merino (Devodl)	94
Obrázek č. 47 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% vlna Merino)	95
Obrázek č. 48 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% vlna Merino)	96
Obrázek č. 49 Vyhodnocení dotazníku – 100% polypropylen (Proby Bac)	100
Obrázek č. 50 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polypropylen)	101
Obrázek č. 51 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polypropylen).....	102
Obrázek č. 52 Vyhodnocení dotazníku – 55% polypropylen, 27 % bavlna, 18 % lyocelová vlákna.....	105
Obrázek č. 53 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (55% polypropylen, 27 % bavlna, 18% lyocelová vlákna).....	106
Obrázek č. 54 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (55% polypropylen, 27 % bavlna, 18% lyocelová vlákna).....	107
Obrázek č. 55 Vyhodnocení dotazníku – 100% polyester (Adidas).....	110
Obrázek č. 56 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% polyester).....	111
Obrázek č. 57 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% polyester)	112
Obrázek č. 58 Vyhodnocení dotazníku – 100% bavlna.....	115
Obrázek č. 59 Graf vygenerovaný Humitem – teplota (100% bavlna).....	116
Obrázek č. 60 Graf vygenerovaný Humitem – vlhkost (100% bavlna)	117

Seznam tabulek

Tab. č. 1 Produkce potu při různých aktivitách	23
Tab. č. 2 Produkce tepla	23
Tab. č. 3 Fyziologické reakce na různé tělesné teploty.....	24
Tab. č. 4 Teplota kůže a tepelné pocity člověka ve stavu relativního fyzického klidu ...	25
Tab. č. 5 Lidské reakce na pohyb vzduchu.....	26
Tab. č. 6 Údaje o sledovaném jedinci (klimatická komora)	63
Tab. č. 7 Testovaná trika v klimatizované místnosti.....	64

Tabulka č. 8 Údaje o teplotě – 100% vlna Merino.....	68
Tabulka č. 9 Údaje o vlhkosti – 100% vlna Merino.....	69
Tabulka č. 10 Údaje o teplotě – 100% polypropylen.....	74
Tabulka č. 11 Údaje o vlhkosti – 100% polypropylen.....	75
Tabulka č. 12 Údaje o teplotě – 100% polyester.....	80
Tabulka č. 13 Údaje o vlhkosti – 100% polyester	81
Tabulka č. 14 Údaje o teplotě – 80% bavlna, 20% polyamid	86
Tabulka č. 15 Údaje o vlhkosti – 80% bavlna, 20% polyamid	87
Tabulka č. 16 Funkčnost čidel při jednotlivých měření v klimatizované místnosti.....	88
Tabulka č. 17 Zhodnocení testovaných trik (místnost).....	91
Tabulka č. 18 Údaje o sledovaném jedinci (venkovní prostředí)	92
Tabulka č. 19 Testovaná trika ve venkovním prostředí.....	93
Tabulka č. 20 Údaje o teplotě – 100% vlna Merino.....	97
Tabulka č. 21 Údaje o vlhkosti – 100% vlna Merino.....	98
Tabulka č. 22 Údaje o teplotě – 100% polypropylen.....	103
Tabulka č. 23 Údaje o vlhkosti – 100% polypropylen.....	104
Tabulka č. 24 Údaje o teplotě – 55% polypropylen, 27% bavlna, 18% lyocel	108
Tabulka č. 25 Údaje o vlhkosti – 55% polypropylen, 27% bavlna, 18% lyocel	109
Tabulka č. 26 Údaje o teplotě – 100% polyester.....	113
Tabulka č. 27 Údaje o vlhkosti – 100% polyester	114
Tabulka č. 28 Údaje o teplotě – 100% bavlna.....	118
Tabulka č. 29 Údaje o vlhkosti – 100% bavlna	119
Tabulka č. 30 Funkčnost čidel při jednotlivých měření ve venkovním prostředí	120
Tabulka č. 31 Zhodnocení testovaných trik (venkovní prostředí)	124

9. PŘÍLOHA

Příloha 1: *Dotazníky vyplněné při experimentu v klimatizované místnosti a ve venkovním prostředí*

Příloha 2: *Přehled vybraných sportovních aktivit, používaný sortiment oblečení, materiály, technologie a značky*

Protokol o průběhu testu v místnosti			
Datum	16.12 2011	Čas	9:40
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
21,4	60	21,4	62
Označení trička	DEVOLD		
Materiálové složení	100% Merino vlna		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,92		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Teplné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem						X				
	-v průběhu testu							X			
	-po testu					X					
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	příliš studené studené teplé příliš teplé									

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu					X					
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení navlhavost	vůbec ne mírně výrazně extrémně									

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			X							
	-v průběhu testu			X							
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	velmi příjemné neutrální mírně nepříjemné nepříjemné									

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu				X						
	-po testu					X					
	kritéria hodnocení	neunaven, čerstvý mírná únava zvýšená únava vyčerpán									

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu			X							
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha neutrální, lepi se jen místy na tělo nepříjemné, lepi se na tělo, pocit mokra									

Protokol o průběhu testu v místnosti			
Datum	20.12 2011	Čas	9:40
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
21,2	62	20,7	57
Označení trička	PROPY BAC		
Materiálové složení	100% polypropylen		
Tloušťka pleteniny [mm]	1,42		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Tepelné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem					X					
	-v průběhu testu					X					
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	příliš studené studené teplé příliš teplé									

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu									X	
	-po testu										X
	kritéria hodnocení navlhavost	vůbec ne mírné výrazné extrémní									

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu								X		
	-po testu										X
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	velmi příjemné neutrální mírně nepříjemné nepříjemné									

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu					X					
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení	neunaven, čerstvý mírná únava zvýšená únava vyčerpán									

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu							X			
	-po testu										X
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	příjemné, nelepí se na tělo, pocit sucha neutrální, lepí se jen místy na tělo nepříjemné, lepí se na tělo, pocit mokra									

Protokol o průběhu testu v místnosti			
Datum	21.12 2011	Čas	9:40
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
20,6	64	20,8	67
Označení trička	ADIDAS		
Materiálové složení	100% polyester		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,55		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Tepelné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu					X					
	-po testu					X					
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	příliš studené			studené			teplé			příliš teplé

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			X							
	-v průběhu testu							X			
	-po testu								X		
	kritéria hodnocení navlhavost	vůbec ne			mírné			výrazné			extrémní

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu							X			
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	velmi příjemné			neutrální			mírně nepříjemné			nepříjemné

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu						X				
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení	neunaven, čerstvý			mírná únava			zvýšená únava			vyčerpan

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu						X				
	-po testu									X	
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha			neutrální, lepi se jen místy na tělo			nepříjemné, lepi se na tělo, pocit mokra			

Protokol o průběhu testu v místnosti			
Datum	19.12.2011	Čas	9:40
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	vlhkost [%]
21,4	61	20,7	64
Označení trička	JITEX		
Materiálové složení	80% bavlna 20% polyamid		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,58		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Teplné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem						x				
	-v průběhu testu				x						
	-po testu				x						
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	příliš studené studené teplé příliš teplé									

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	x									
	-v průběhu testu							x			
	-po testu								x		
	kritéria hodnocení navlhavost	vůbec ne mírné výrazné extrémní									

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	x									
	-v průběhu testu							x			
	-po testu								x		
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	velmi příjemné neutrální mírně nepříjemné nepříjemné									

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	x									
	-v průběhu testu				x						
	-po testu					x					
	kritéria hodnocení	neunaven, čerstvý mírná únava zvýšená únava vyčerpán									

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			x							
	-v průběhu testu						x				
	-po testu								x		
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha neutrální, lepi se jen místy na tělo nepříjemné, lepi se na tělo, pocit mokra									

Protokol o průběhu testu ve venkovním prostředí			
Datum		Čas	
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
0,3	90,7		
Označení trička	DEVOLD		
Materiálové složení	100% Merino vlna		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,92		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Tepelné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem								X		
	-v průběhu testu						X				
	-po testu									X	
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	Příliš studené			studené			teplé			Příliš teplé

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu							X			
	-po testu										X
	kritéria hodnocení navlhavost	Vůbec ne			trochu			mírně			extrémně

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			X							
	-v průběhu testu				X						
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení píchlavost, šustivost	Velmi příjemné			neutrální			Mírně nepříjemné			nepříjemné

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu			X							
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení	Neunaven, čerstvý			Mírná únava			Zvýšená únava			vyčerpán

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		X								
	-v průběhu testu			X							
	-po testu					X					
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	Příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha			Neutrální, lepší se jen místy na tělo			Nepříjemné, lepší se na tělo, pocit mokra			

Protokol o průběhu testu ve venkovním prostředí			
Datum		Čas	
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
-2,8	81,4		
Označení trička	PROPY BAC		
Materiálové složení	100% polypropylen		
Tloušťka pleteniny [mm]	1,42		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Teplné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem							X			
	-v průběhu testu						X				
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	Příliš studené studené teplé Příliš teplé									

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu						X				
	-po testu									X	
	kritéria hodnocení navlhavost	Vůbec ne trochu mírně extrémně									

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem					X					
	-v průběhu testu				X						
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	Velmi příjemné neutrální Mírně nepříjemné nepříjemné									

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu					X					
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení	Neunaven, čerstvý Mírná únava Zvýšená únava vyčerpán									

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem					X					
	-v průběhu testu					X					
	-po testu									X	
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	Příjemné, nelepí se na tělo, pocit sucha Neutrální, lepí se jen místy na tělo Nepříjemné, lepí se na tělo, pocit mokra									

Protokol o průběhu testu ve venkovním prostředí			
Datum		Čas	
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	vlhkost [%]
-10	77,3		
Označení trička	VÚB a. s.		
Materiálové složení	55 % polypropylen, 27 % bavlna, 18 % lyocelová vlákna		
Tloušťka pleteniny [mm]	2,03		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Teplné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem							x			
	-v průběhu testu							x			
	-po testu						x				
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	Příliš studené			studené			teplé			Příliš teplé

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			x							
	-v průběhu testu					x					
	-po testu									x	
	kritéria hodnocení navlhavost	Vůbec ne			trochu			mírně			extrémně

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		x								
	-v průběhu testu		x								
	-po testu				x						
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	Velmi příjemné			neutrální			Mírně nepříjemné			nepříjemné

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			x							
	-v průběhu testu			x							
	-po testu							x			
	kritéria hodnocení	Neunaven, čerstvý			Mírná únava			Zvýšená únava			vyčerpán

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem		x								
	-v průběhu testu			x							
	-po testu					x					
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	Příjemné, nelepí se na tělo, pocit sucha			Neutrální, lepí se jen místy na tělo			Nepříjemné, lepí se na tělo, pocit mokra			

Protokol o průběhu testu ve venkovním prostředí			
Datum		Čas	
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
-1,2	78		
Označení trička	ADIDAS		
Materiálové složení	100% polyester		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,55		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Tepelné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu					X					
	-po testu						X				
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	Příliš studené studené teplé Příliš teplé									

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu				X						
	-po testu								X		
	kritéria hodnocení navlhavost	Vůbec ne trochu mírně extrémně									

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu				X						
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	Velmi příjemné neutrální Mírně nepříjemné nepříjemné									

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem					X					
	-v průběhu testu										X
	-po testu										X
	kritéria hodnocení	Neunaven, čerstvý Mírná únava Zvýšená únava vyčerpán									

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem			X							
	-v průběhu testu					X					
	-po testu								X		
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	Příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha Neutrální, lepší se jen míjí na tělo Nepříjemné, lepší se na tělo, pocit mokra									

Protokol o průběhu testu ve venkovním prostředí			
Datum	19.12.2011	Čas	9:40
Klimatické podmínky			
Začátek testu		Konec testu	
Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Teplota [°C]	vlhkost [%]
6,2	80		
Označení trička			
Materiálové složení	100% bavlna		
Tloušťka pleteniny [mm]	0,72		

Záznam sledování smyslového vnímání oděvního komfortu

A	Tepelné pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem					X					
	-v průběhu testu						X				
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení tepelná vnímavost, prodyšnost	Příliš studené			studené			teplé			Příliš teplé

B	Vlhkostní pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu									X	
	-po testu										X
	kritéria hodnocení navlhavost	Vůbec ne			trochu			mírně			extrémně

C	Senzorické pocity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu				X						
	-po testu				X						
	kritéria hodnocení pichlavost, šustivost	Velmi příjemné			neutrální			Mírně nepříjemné			nepríjemné

D	Fyzická aktivita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem				X						
	-v průběhu testu					X					
	-po testu							X			
	kritéria hodnocení	Neunaven, čerstvý			Mírná únava			Zvýšená únava			vyčerpán

E	Subjektivní hodnocení oděvu probandem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-před testem	X									
	-v průběhu testu								X		
	-po testu									X	
	kritéria hodnocení pohodlí, „lepení se na tělo“	Příjemné, nelepi se na tělo, pocit sucha			Neutrální, lepší se jen mírně na tělo			Nepříjemné, lepší se na tělo, pocit mokra			

Příloha 2: Přehled vybraných sportovních aktivit, používaný sortiment oblečení, materiály, technologie a značky

Tenis

- Sortiment
 - Bundy, kalhoty, trička, sukně, šortky, ponožky, kšiltovky, čelenky, potítka
- Materiály
 - polyester, elastan, bavlna, polyamid,
- Značky
 - Babolat, Wilson, Head, Prince, Tecnifibre, Adidas, Aress, Nike, Draps, Progress sportswear, s. r. o.

Cyklistika

- Sortiment
 - Cyklo dresy, kraťasy, bundy, kalhoty, rukavice, vesty, šátky, mikiny
- Značky
 - Rogelli, Chiba, Draps, Kalas, Progress sportswear, s. r. o., UAX, s. r. o., Sýkora sportswear s. r. o.
- Používané materiály a technologie
 - Polyester, elastan, vlna Merino
 - *Airlite* (extra jemný a vzdušný polyesterový úplet. Konstrukce vlákna a způsob tkaní předurčují materiál pro letní cyklistické dresy)
 - *Airlite+* (lehce zateplený materiál pro jarní a podzimní období. Používá se na cyklistické dresy s dlouhým rukávem)
 - *AirVent* (3D tkanina se vzduchovými kanálky pro optimální ovzdušnění ruky)
 - *Bio gel* (gelové polstrování tlumící otřesy a vibrace. Technologie přinášející komfort pro klouby a šlachy celé ruky)
 - *BioXCell* (anatomické gelové polstrování – 3 vrstvá struktura. Hightech systém s funkcemi nasměrování držení ruky, eliminace vibrací a otřesů a ochrana před tuhnutím ruky)
 - *Carple Tunnel Protection* (systém optimálního rozložení tlumících prvků v dlaňové oblasti s cílem odlehčit zatížení zápěstíových nervů)
 - *Cooldry* (funkční jemná tkanina ze speciálního čtyřkanálového vlákna)
 - *Cooldry+* (funkční prodyšná tkanina s plástvovou vnitřní strukturou zajišťuje odvod potu do vrchní části úpletu)

- *Coolmax* (hydrofobní tkanina pro maximální odvod přebytečných par. Je složena z polyesterového vlákna se zvětšenou vnější plochou)
- *Digital Carbon Fiber* (plastická 3D tkanina s vynikající vzdušností, pevností, pružností a přilnavostí. TOP materiál v oblasti dlaní cyklistických rukavic)
- *EUROTEX Waterproof* (nepromokavá, větruodolná membrána s vysokým stupněm prodyšnosti. V záchrannářských rukavicích odolává navíc i chemikáliím)
- *Fireprint* (dlaňový materiál se speciálním protiskluzovým potiskem a vysokou pevností proti oděru a protržení)
- *Hydrotec* (vynikající materiál s odolností proti vodě a větru)
- *Mesh* (maximálně elastický a prodyšný materiál s výraznými provzdušňovacími otvory ve struktuře)
- *Softshell* (větru- a voděodolný membránový materiál nové generace - povrch s hladkou strukturou s vysokým stupněm prodyšnosti)
- *Spantex* (vysoce pružné polyuretanové vlákno patřící druhově do elastanové skupiny syntetických vláken)
- *Thermo Stretch* (elastická větruodolná tkanina izolující zápěstí)
- *Windprotect* (větruodolný membránový materiál s vysokým stupněm prodyšnosti) [35]

Běh

- Sortiment
 - Trička, mikiny, větrovky, zimní bundy, vesty, kraťasy, kalhoty, rukavice, ponožky, čepice, kšiltovky, šátky
- Značky
 - Rogelli, Nord Blanc, Progress sportswear, s. r. o., High point, Jitex, Moira
- Materiály:
 - Polyester, elastan, vlna Merino, mesh (síťovina), poldry light

Běžecské lyžování

- Sortiment
 - Kalhoty, membránové bundy, větrovky, rukavice na běžky – zateplené
- Značky
 - Alpina, Arcore, Carra, Fisher, Hannah, Helly Hansen, I, Kama, Klimatex, Loap, Prestige, Rossignol, Salomon, Swix, Kalas, Rogelli, Rami, Moira
- Materiály
 - Polyester, elastan,

Fotbal

- Sortiment
 - Fotbalové dresy, soupravy, bundy, šortky, čepice, rukavice, štlupny, brankářské rukavice, thermo prádlo
- Značky
 - Nike, Adidas, Diadora, Hummel, Lonsdale, Merco, Umbro, Fila, Kala
- Používané materiály a technologie firmy Adidas:
 - polyester, polyamid, elastan, polypropylen, polyamid
 - Climacool – systém zajišťující ideální cirkulaci vzduchu (optimální „dýchání“ oblečení i bot. Používají se 3D materiály ze síťoviny a speciální konstrukce švů. Musí být splněna ventilace, regulace vlhkosti, body mapping (proces, který optimalizuje regulaci pocení a tepelnou regulaci.
 - Climalite – lehký a měkký materiál pomáhá odpařovat vlhkost a odvádět pot od pokožky. Neustálý pocit sucha a pohodlí. Materiál pro optimální regulaci vlhkosti. Skládá se ze 100 % syntetických funkčních vláken
 - Formotion – podporuje sportovce při pohybech, podpora svalstva. Tkanina vytváří kompresi tam kde je to zapotřebí, a v ostatních oblastech zajišťuje volnost pohybu, dostatečnou ochranu, větrání v zónách s vysokou tvorbou tepla a potu. Optimalizuje pohyb sportovce ve třech specifických sportovních oblastech: sporty s lineárními pohyby, jako je běh – pohyb vpřed, dále sporty s rotačními pohyby, jako je tenis, jde zde o rychlost a otáčivé pohyby trupu a paže. A sporty spirálovitými pohyby jako je fotbal, zde záleží na síle pohybu v horní a dolní části těla.
 - ClimaProof – systém pro dokonalou ochranu proti dešti a větru
 - climaProof Wind: věkuvzdorný a odpuzující vodu, 100% syntetický, hustě tkané nebo pletené materiály, vodní sloupec min 400 mm.
 - ClimaProof Rain – věkuvzdorný a vodotěsný, 100 % syntetický, hustě tkané nebo pletené materiály a prodyšná povrchová vrstva. Výrobek musí mít svařované švy nebo být permanentně svařený. Vodní sloupec minimálně 1500 mm.
 - ClimaProof Storm: věkuvzdorný a extrémně vodotěsný, 100% syntetický, hustě tkané nebo pletené materiály + membrána, 2vrstvý laminát nebo 3vrstvý laminát, svařované švy nebo permanentně svařený, vodní sloupec min 5000 mm
 - ClimaWarm – systém tepelné izolace pro chladné povětrnostní podmínky. Používají se hřejivé materiály pro kompletní povrch výrobku. Ze 100% syntetických vláken, pletené, jednostranně nebo oboustranně zdrsněné

bez polstrování. Tepelně-izolačních vlastností se dosahuje použitím dutých vláken nebo mikrovláken. Pro dosažení věkuvzdorné tepelné izolace je laminován membránou.

- Techfit – technologie používaná na spodním prádle, které podporuje pohyb sportovce a zároveň odvádí vlhkost a zabezpečuje stálý komfort.
- Infinitem – speciální úprava plavek proti chloru.
- UV protection – technologie chrání tělo před UV zářením. Použití především u kšiltovek
- Gore-tex membrány zajišťují vynikající odvod vlhkosti od těla a zároveň nepustí žádnou tekutinu dovnitř. Membrána poskytuje špičkovou prodyšnost, dobrou tepelnou izolaci a voděodolnost.
- Wind stopper – odolnost proti větru díky úpravě svrchní vrstvy a zároveň zůstává výborná prodyšnost a voděodpudivost. Z rubové strany je použit např. fleece.
- FlowMapping – technologie zajišťující cirkulaci vzduchu pomocí v textilu důmyslně rozvržených větracích elementů. [36]

Fitness

- Značky:
 - Reebok, Everlast, Draps, Rogelli, Rami, Jitex, Moira
- Sortiment:
 - bundy, kalhoty, legíny, sukně, trika, topy
- Materiály:
 - bavlna, elastan, polyester

Horolezectví

- Značky:
 - HUDYsport, directalpine, MAMMUT, Alpsport, The North Face, Moira
- Sortiment
 - bundy, kalhoty, trika, funkční prádlo, mikiny, čepice, návleky, pásy, kšandy
- Materiály
 - polyester, polyuretan, elastane, polyamid, bavlna, vlna merino,